


Original document

SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER

Patent number: JP2002141771
Publication date: 2002-05-17
Inventor: TANIGUCHI NORIO; TAKADA TOSHIAKI; TAKEDA MITSUO
Applicant: MURATA MANUFACTURING CO
Classification:
- international: H03H9/25; H03H9/64
- european:
Application number: JP20010225768 20010726
Priority number(s): JP20000249954 20000821; JP20010225768 20010726

Also published as:

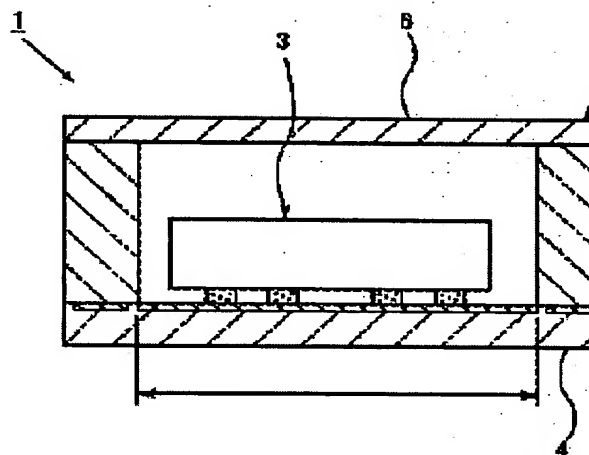
 EP1313218 (A)
WO0217483 (C)
US6919777 (E)
US200305806
CN1196258C

[View INPADOC patent family](#)

[Report a data error](#)

Abstract of JP2002141771

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow a surface acoustic wave filter where a surface acoustic wave filter having a ladder circuit configuration is electrically connected and mechanically fixed to a package by a face-down method, to have a structure giving an excellent filter characteristic through the addition of inductance. **SOLUTION:** This invention provides the surface acoustic wave filter where the surface acoustic wave filter element consisting of one-terminal surface acoustic wave resonators having a ladder circuit configuration on a piezoelectric substrate is contained in a package by the face-down method, microstrip lines connected to a series arm resonator and/or a parallel arm resonator are provided inside the package and the characteristic of the filter can be adjusted by using the inductive component of the microstrip lines.



BEST AVAILABLE COPY

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Description of corresponding document: US2003058066

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0001] 1. Field of the Invention

[0002] The present invention relates to a surface acoustic wave filter, and more particularly, to a surface acoustic wave f

device including a ladder type circuit.

[0003] 2. Description of the Related Art

[0004] A conventional band-pass filter includes a ladder type circuit having a plurality of one terminal pair surface acoustic wave resonators that are connected in a ladder configuration (e.g., Japanese Unexamined Patent Application Publication 183380).

[0005] In this band-pass filter, a plurality of one terminal pair surface acoustic wave resonators are connected in series between an input terminal and an output terminal as series arm resonators to define series arms. In addition, a plurality of one terminal pair surface acoustic wave resonators are connected in parallel between the series arms and ground as parallel arm resonators to define parallel arms.

[0006] The band-pass filter including a ladder type circuit has reduced insertion loss and a wide pass band, and is commonly used as a band-pass filter in a portable telephone.

[0007] Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 05-183380 discloses that an inductance component is connected in series to the above-described series arm resonator or parallel arm resonator, and this provides an increased bandwidth.

[0008] Also, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 10-93382 discloses a structure wherein an inductance is added to parallel arm resonators in a surface acoustic wave filter device having a ladder type circuit. FIG. 18 shows a circuit configuration of the surface acoustic wave filter device according to this prior art. In the surface acoustic wave filter device, series arm resonators S1 and S2 and parallel arm resonators P1 to P3 are connected to one another so as to define a ladder type circuit. Here, an inductance L is inserted between the parallel arm resonators P1 to P3 and the ground potential to thereby provide an increased pass band width and an increased attenuation value in the vicinity of a pass band.

[0009] On the other hand, Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 04-65909 discloses a structure in which a surface acoustic wave filter element is connected to a package by a face down mounting process. Conventionally, in the structure in which the surface acoustic wave filter element is accommodated, the electrodes of a package and the electrodes of the surface acoustic wave filter element are connected by bonding wires. In contrast, the surface acoustic wave filter device disclosed in the prior art has a reduced size by utilizing the face down mounting process. FIG. 19 shows a schematic sectional view of a surface acoustic wave filter element provided using this face down mounting process.

[0010] In the surface acoustic wave filter device 601, a surface acoustic wave filter element 603 is provided in a package 602. The package 602 includes a base board 602a, a side wall 602b, and a cap 602c.

[0011] On the base board 602a, a die-attach portion 602d is provided having a plurality of electrode pads electrically connected to the surface acoustic wave filter element 603. The surface acoustic wave filter element 603 includes a piezoelectric substrate 603a, and electrodes of a surface acoustic wave filter element are provided on the bottom surface of the piezoelectric substrate 603a. The electrodes provided on the bottom surface of the piezoelectric substrate 603a are electrically connected to the electrode pads in the die-attach portion 602d via bumps 604, and the surface acoustic wave filter element 603 is mechanically fixed to the die-attach portion 602d via the bumps 604.

[0012] In a face down mounting method for bonding, a surface including electrodes defining a surface acoustic wave filter element of the piezoelectric substrate is attached to a package by bumps. Since no bonding wires are required, a surface acoustic wave filter device having a reduced size is produced.

[0013] As disclosed in the Japanese Unexamined Patent Application Publications Nos. 05-183380 and 10-93382, when an inductance is added to a series arm resonator or a parallel arm resonator in a surface acoustic wave filter device having a ladder type circuit, the filter characteristics thereof are improved. Also, when connecting a surface acoustic wave filter element electrodes on a package by a bonding wire, the above-described inductance can be included using the bonding wire.

[0014] However, in the surface acoustic wave filter device 601, which is packaged by above-described face down mounting process, since no bonding wires are provided, an inductance component cannot be added to the surface acoustic wave filter device 601 using the bonding wire. A small inductance component may be provided by routing electrodes connecting the external electrodes provided on the package to the die-attach portion, but a large inductance cannot be obtained by such electrodes.

[0015] Therefore, in the surface acoustic wave filter device disclosed in the Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 04-65909, it is difficult to achieve an increased pass band width and an increased attenuation value in the vicinity of a pass band, by the addition of inductance.

[0016] Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 04-65909 describes that, by adding inductance components between each of the input/output signal terminals and the ground terminal in the package, an input/output impedance matching is achieved without using external elements. This description, however, applies to a surface acoustic wave filter having a structure which must achieve an input/output impedance matching outside the surface acoustic wave filter. Accordingly, in the case of a surface acoustic wave filter having a ladder circuit configuration which does not need to be matched, it is unnecessary to achieve an impedance matching between each of the input/output signal terminals and the ground terminal in such a package.

[0017] Also, in the Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 04-65909, inductance components are provided in the die-attach portion. However, with this structure, an electromagnetic coupling occurs between the wiring and the die-attach portion on the piezoelectric substrate of the surface acoustic wave filter element, such that the filter characteristics thereof deteriorate. In addition, it is necessary to adjust the position and the number of bumps to fix and electrically connect the surface acoustic wave filter element and the package in order to provide an inductance component in the die-attach portion. However, since the position and the number of bumps do not necessarily achieve the sufficient electrical connections and mechanical bonding, the reliability of surface acoustic wave filter device deteriorates.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0018] In order to overcome the above-described problems, preferred embodiments of the present invention provide a surface acoustic wave filter device having excellent filter characteristics, in which a surface acoustic wave filter element including

ladder type circuit is accommodated in a package by the face down mounting process. Inductances are added to parallel resonators and/or series arm resonators, and the deterioration of filter characteristics by the electromagnetic coupling between the electrodes on the surface acoustic wave filter element and the inductances provided in the package is prevented.

[0019] In accordance with a preferred embodiment of the present invention, a surface acoustic wave filter device includes a surface acoustic wave filter element including a piezoelectric substrate and a plurality of one terminal pair surface acoustic wave elements provided on the piezoelectric substrate, and in which the one terminal pair surface acoustic wave elements are connected to define a parallel arm resonator and a series arm resonator in a ladder circuit, and a package accommodating the surface acoustic wave filter element. In this surface acoustic wave filter device, the surface acoustic wave filter element is bonded via a plurality of bumps by using the face down mounting process and is accommodated in the package. This surface acoustic wave filter device further includes an inductance component of a microstrip line which is provided in the package, connected to at least one of the series arm resonator and the parallel arm resonator.

[0020] In accordance with another preferred embodiment of the present invention, the above-described package includes a die attach portion including a plurality of electrode pads which are connected via the bumps to one of a signal terminal and a ground terminal of the surface acoustic wave filter element, and a plurality of external electrodes which are electrically connected to at least one of the electrode pads, and connected to one of a signal line and a ground line outside the surface acoustic wave filter device.

[0021] In accordance with another preferred embodiment of the present invention, the above-described microstrip line is preferably connected between the electrode pad connected to the signal terminal of the series arm resonator and the external electrode connected to the signal line outside the surface acoustic wave filter device.

[0022] In accordance with another preferred embodiment of the present invention, the above-described microstrip line is provided between the electrode pad connected to the ground terminal of at least one parallel arm resonator via the bump and the external electrode which is connected to the ground line outside the package.

[0023] In accordance with another preferred embodiment of the present invention, the surface acoustic wave filter device includes at least two parallel arm resonators. In this surface acoustic wave filter device, the ground terminals of all the parallel arm resonators are commonly connected on the piezoelectric substrate, and the microstrip line is connected between the common electrode pad where the ground terminals of the parallel arm resonators are commonly connected and the external electrode provided in the package.

[0024] In accordance with still another preferred embodiment of the present invention, the surface acoustic wave filter device includes at least two parallel arm resonators. In this surface acoustic wave filter device, the package-side electrode pads connected to the ground terminals of all the parallel arm resonators define a common electrode pad, and the microstrip line is provided on the path between the common electrode pad and the external electrode.

[0025] In accordance with still another preferred embodiment of the present invention, the surface acoustic wave filter device includes at least three parallel arm resonators, and an electrode land which is provided on the piezoelectric substrate, and in which the ground terminals of at least two parallel arm resonators are each connected. In this surface acoustic wave filter device, the microstrip line is provided on the path between the electrode land connected to the ground terminals of at least two parallel arm resonators and the external electrode to which the electrode land is connected, and the parallel arm resonator other than the above-described at least two parallel arm resonators is electrically isolated from the above-described at least two parallel arm resonators on the piezoelectric substrate, and is electrically connected to the external electrode other than the package-side external electrode connected to the above-described at least two parallel arm resonators.

[0026] In accordance with a further preferred embodiment of the present invention, the surface acoustic wave filter device includes at least three parallel arm resonators. In this surface acoustic wave filter device, the plurality of electrode pads in the package define a common electrode pad connected to the ground terminals of at least two parallel arm resonators among the parallel arm resonators, and the microstrip line is provided on the path between the common electrode pad and the external electrode to which the common electrode pad is connected, and the parallel arm resonator other than the above-described at least two parallel arm resonators is electrically isolated from the above-described at least two parallel arm resonators, at a die-attach portion including the plurality of electrode pads, and is electrically connected to the external electrode other than the package-side external electrode connected to the above-described at least two parallel arm resonators.

[0027] In accordance with a further preferred embodiment of the present invention, the above-described microstrip line is disposed in the package at the position other than the position of the die-attach portion.

[0028] In accordance with a yet further preferred embodiment of the present invention, the above-described package includes a base board on which the surface acoustic wave filter element is mounted, an annular side wall provided on the base board, a cap member attached to the annular side wall so as to close the upper end thereof. Herein, a main portion of the microstrip line is disposed between the side wall and the base board.

[0029] In accordance with another preferred embodiment of the present invention, the above-described package includes a first case member on which the surface acoustic wave filter element is mounted, and a second case member enclosing the surface acoustic wave filter element mounted on the first case member. Herein, a main portion of the microstrip line is provided in the first case member.

[0030] Here, "a main portion of a microstrip line" refers to at least 50% of the entire length of a microstrip line.

[0031] In accordance with still another preferred embodiment of the present invention, the signal terminal at the input/output end of the surface acoustic wave filter element and at least one ground terminal thereof are arranged so as to be rotated by approximately 90[deg.] with respect to the imaginary line which passes through the approximate center of the piezoelectric substrate of the surface acoustic wave filter element, and which is substantially perpendicular to the piezoelectric substrate, with respect to the external electrode connected to the signal line at the input/output end and the external electrode connected to at least one ground potential among the plurality of external electrodes.

[0032] The communication device in accordance with another preferred embodiment of the present invention includes a surface acoustic wave filter device in accordance with the present invention.

[0033] Other features, elements, characteristics and advantages of the present invention will become more apparent from following detailed description of preferred embodiments thereof with reference to the attached drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0034] FIG. 1 is a schematic sectional view of a surface acoustic wave filter device in accordance with a first preferred embodiment of the present invention.

[0035] FIG. 2 is a plan view showing an electrode structure of a surface acoustic wave filter element used in the surface wave filter device in accordance with the first preferred embodiment of the present invention.

[0036] FIG. 3 is a schematic plan view showing a die-attach portion including a plurality of electrode pads on the top surface of a base board in a package of the surface acoustic wave filter device in accordance with the first preferred embodiment of the present invention.

[0037] FIG. 4 is a circuit diagram of the surface acoustic wave filter device in accordance with the first preferred embodiment of the present invention.

[0038] FIG. 5 is a plan view showing an electrode pattern on the top surface of the base board in the package of a conventional surface acoustic wave filter device prepared for comparison.

[0039] FIG. 6 is a diagram showing the attenuation value-frequency characteristics relationships in the surface acoustic wave filter device of the first preferred embodiment of the present invention and that of the conventional example.

[0040] FIG. 7 is a circuit diagram of a surface acoustic wave filter device in accordance with a second preferred embodiment of the present invention.

[0041] FIG. 8 is a plan view showing an electrode structure on the top surface of a base board in a package used in a surface acoustic wave filter device in accordance with the second preferred embodiment of the present invention.

[0042] FIG. 9 is a diagram showing the attenuation value-frequency characteristics relationships in the surface acoustic wave filter device of the second preferred embodiment of the present invention and that of the conventional example.

[0043] FIG. 10 is a circuit diagram of a surface acoustic wave filter device in accordance with a third preferred embodiment of the present invention.

[0044] FIG. 11 is a plan view showing an electrode structure on the top surface of a base board in a package used in a surface acoustic wave filter device in accordance with the third preferred embodiment of the present invention.

[0045] FIG. 12 is a diagram showing the attenuation value-frequency characteristics relationships in the surface acoustic wave filter device of the third preferred embodiment of the present invention and that of the conventional example.

[0046] FIG. 13 is a circuit diagram of a surface acoustic wave filter device in accordance with a fourth preferred embodiment of the present invention.

[0047] FIG. 14 is a schematic sectional view of a surface acoustic wave filter device in accordance with the fourth preferred embodiment of the present invention.

[0048] FIG. 15 is a plan view showing an electrode structure on the top surface of a base board in a package used in a surface acoustic wave filter device in accordance with the fourth preferred embodiment of the present invention.

[0049] FIG. 16 is a plan view showing the electrode structure within the base board in the package used in the surface acoustic wave filter device in accordance with the fourth preferred embodiment of the present invention.

[0050] FIG. 17 is a diagram showing the attenuation value-frequency characteristics relationships in the surface acoustic wave filter device of the fourth preferred embodiment and that of the conventional example.

[0051] FIG. 18 is a circuit diagram showing an example of a surface acoustic wave filter device having a conventional ladder type circuit.

[0052] FIG. 19 is a sectional view showing another example of a conventional surface acoustic wave filter device.

DETAILED DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

[0053] Hereinafter, the surface acoustic wave filter device according to preferred embodiments of the present invention is described in detail with reference to the drawings.

[0054] As shown in FIG. 1, the surface acoustic wave filter device 1 in accordance with a first preferred embodiment is included in a package 2, and a surface acoustic wave filter element 3 accommodated in a package 2. FIG. 1 only schematically shows the appearance of the surface acoustic wave filter device 1.

[0055] The package 2 includes a base board 4 having a substantially rectangular plate shape, a substantially rectangular plate-shaped side wall 5 bonded on the base board 4, and a substantially rectangular plate-shaped cap member 6 affixed to the side wall 5 so as to close the upper opening thereof. Alternatively, the side wall 5 may have a ring-shaped structure such as a substantially annular shape.

[0056] The base board 4 and the side wall 5 are preferably made of an insulative ceramic such as alumina or a synthetic resin or other suitable material. The cap member 6 is also preferably made of an insulative ceramic material. Alternatively, the cap member 6 may be made of a metal or other suitable material having an electromagnetic shielding property.

[0057] The base board 4 is defined by a multilayer substrate including substrates 4a and 4b. Between the substrate 4a and substrate 4b, a ground electrode 50 defining a microstrip line which is described later is provided on substantially an entire surface of the substrate 4b. The substrates 4b and 4c are preferably made of insulative material and have a desired dielectric constant.

[0058] As shown in FIG. 2, the surface acoustic wave filter element 3 includes a substantially rectangular plate-shaped piezoelectric substrate 7. In this preferred embodiment, the piezoelectric substrate 7 is preferably made of a 36[deg.], Y-X-propagation LiTaO₃ substrate. The piezoelectric substrate 7, however, may be made of another piezoelectric single crystal or a piezoelectric ceramic such as lead titanate zirconate-based ceramic. Alternatively, a piezoelectric substrate including a

piezoelectric thin film made of ZnO or other suitable material provided on a piezoelectric plate or an insulating substrate used.

[0059] A metallic film is provided over the entire top surface 7a of the piezoelectric substrate 7, and then an electrode pattern shown in the figure is formed from the metallic film by photolithography and etching, or other suitable process. A metal material for forming the electrode pattern is not particularly limited, but in this preferred embodiment, aluminum is used as metallic material. The formation of an electrode may also be performed using the lithography and lift off method.

[0060] The above-described electrode pattern will be described with reference to FIG. 2.

[0061] On the top surface 7a of the piezoelectric substrate 7, in order to define a ladder circuit, series arm resonators 8 and 9 and the parallel arm resonators 10 to 12 each of which includes one terminal pair surface acoustic wave element are provided. Each of the series arm resonators 8 and 9 and the parallel arm resonators 10 to 12 includes one IDT and reflectors disposed on opposite sides of each of the IDTs in the propagation direction of a surface acoustic wave. Referring to the series arm resonator 8 as a representative example, the series arm resonator 8 includes an IDT 8a and a pair of reflectors 8b and 8c.

[0062] Also, on the top surface 7a of the piezoelectric substrate 7, electrode lands 13 to 17 are provided. Each of the electrode lands 13 to 17 defines a portion for electrically connecting the surface acoustic wave filter element 3 to the outside, and is formed of a metallic film having a desired area. Here, the substantially circular portions of the electrode lands 13 to 17 and the portions to be bonded by bumps.

[0063] The electrode land 13 defines the input end of the surface acoustic wave filter element 3, and is connected to one end of the first series arm resonator 8 via a conductive path 18. The conductive path 18 electrically connects the electrode land 13 to one end of the series arm resonator 8, and one end of the first parallel arm resonator 10. An end of the parallel arm resonator 10 which is opposite to the end thereof connected to the conductive path 18 is connected to the electrode land 14 via a conductive path 19. The electrode land 14 is connected to the ground potential.

[0064] Also, an end of the series arm resonator 8 which is opposite to the end thereof connected to the conductive path 18 is connected to a conductive path 20. The conductive path 20 is connected to one end of the second series arm resonator 9 and to one end of the second parallel arm resonator 11. An end of the second parallel arm resonator 11 which is opposite to the end thereof connected to the conductive path 20 is connected to an electrode land 15. The electrode land 15 is connected to the ground potential.

[0065] A conductive path 21 is connected to the other end of the second series arm resonator 9. The conductive path 21 is connected to the electrode land 17 and one end of the third parallel arm resonator 12. The electrode land 17 is used as a terminal. An end of the parallel arm resonator 12 which is opposite to the end thereof connected to the conductive path 21 is connected to an electrode land 16 via a conductive path 22. The electrode land 16 is connected to the ground potential.

[0066] In the surface acoustic wave filter element 3, therefore, the above-described first and second series arm resonators 8 and 9, and the first to third parallel arm resonators are connected so as to define a ladder circuit shown in FIG. 4. Meanwhile, inductances L1 to L5 in FIG. 4 will be described later.

[0067] FIG. 3 illustrates the electrode structure provided on the top surface of the base board 4 in the package 2 shown in FIG. 1.

[0068] The surface acoustic wave filter element 3 is mounted on a portion indicated by a broken line X on the top surface of the base board 4. At this portion, the above-described surface acoustic wave filter element 3 is bonded by bumps such that the top surface 7a of the piezoelectric substrate 7 is arranged face down. More specifically, the surface acoustic wave filter element 3 shown in FIG. 2 is superimposed on the top surface 4a of the base board 4 shown in FIG. 3, such that the top surface 7a of the piezoelectric substrate 7 is arranged face down, and the surface acoustic wave filter element 3 and the base board 4 are bonded by bumps, thereby fixing the surface acoustic wave filter element 3.

[0069] On the top surface 4a of the base board 4, the electrodes shown in the figure are preferably formed by printing an electrode paste. The plurality of electrode pads 23 to 27 define a die-attach portion. The electrode pads 23 to 27 are provided separately from one another. Among these, the electrode pad 23 is electrically connected to the electrode land 13 shown in FIG. 2 and mechanically bonded thereto via a bump 28. Likewise, the electrode pads 24 to 26 are connected to the electrode lands 14 to 16 shown in FIG. 2, respectively, via bumps 29, 30, and 31. Also, the electrode pad 27 is electrically connected to the electrode land 17 shown in FIG. 2 via a bump 32.

[0070] Among the above-described electrode pads 23 to 27, the electrode pads 23 and 27 are each connected to an external signal line, while the electrode pads 24 and 26 are each connected to an external ground line.

[0071] External electrodes 41 to 44 are provided on the top surface of the base board 4. The external electrodes 41 to 44 are provided not only on the top surface 4a of the base board 4, but also to extend to the bottom surface and the side surface thereof, at portions which are not shown in FIG. 1. Thus, each of the external electrodes 41 to 44 electrically connects the surface acoustic wave filter device 1 to the outside.

[0072] The external electrode 44 is connected to the electrode pad 23 via a microstrip line 45. Likewise, the external electrode 41 is connected to the electrode pad 27 via a microstrip line 46. Also, the external electrode 42 is connected to the electrode pad 24 via a microstrip line 47, and the external electrode 43 is connected to both electrode pads 25 and 26 via microstrip lines 48 and 49, respectively.

[0073] The external electrodes 42 and 43 are, therefore, each connected to an external ground line, while the external electrodes 41 and 44 are each connected to a signal line.

[0074] The above-described microstrip lines 45 to 49 are arranged opposite to the ground electrode 50 via the substrate 4b indicated by broken line in FIG. 3. Fine belt-shaped conductive patterns function as microstrip lines. In FIG. 3, although the ground electrode 50 is provided on a substantially entire surface of the substrate 4b, ground electrode 50 may be provided on portions opposite to the microstrip lines 45 to 49. The above-described microstrip lines 45 to 49 are located between the base board 4 and the side wall.

[0075] In this preferred embodiment, inductance components are defined by the above-described microstrip lines 45 to 49. Specifically, an inductance L1 shown in FIG. 4 is defined by the microstrip line 45, an inductance L2 is defined by the

microstrip line 46, and inductances L3 to L5 are defined by the microstrip lines 47 to 49, respectively.

[0076] In other words, inductance components of the microstrip lines 47 to 49 are each connected between parallel arm resonators having a ladder circuit and the external electrodes each connected to the ground line. Likewise, inductance components of the microstrip lines 46 and 45 are each connected between series arm resonators and the external electrodes 44 each connected to the external signal line, respectively.

[0077] In this preferred embodiment, in the surface acoustic wave filter device having a ladder type filter circuit including series arm resonators 8 and 9 and three parallel arm resonators 10 to 12, inductance components are independently added to the parallel arm resonators 10 to 12 by the above-described microstrip lines 47 to 49, respectively. This provides a greatly increased pass band width and a greatly increased attenuation value in the vicinity of pass band. This will be described by specific experimentation.

[0078] The solid line in FIG. 6 shows the attenuation value-frequency characteristics relationship of the surface acoustic wave filter device in accordance with the first preferred embodiment of the present invention, and the broken line shows that of a surface acoustic wave filter device prepared for comparison.

[0079] The conventional surface acoustic wave filter device, the results of which are shown in FIG. 6 by the broken line, is the same as that of the above-described preferred embodiment except that the electrode configuration on the top surface of the board of the package has been provided as shown in FIG. 5. That is, electrode pads 105 to 107 are provided on the top surface 104a of a base board 104. External electrodes 111 to 114 are provided at the four corners. The external electrodes 111 to 114 are arranged so as to extend from the top surface to the bottom surface via the side surfaces thereof. These external electrodes correspond to the portions which are electrically connected to the outside. The external electrodes 112 and 113 are electrically connected to the electrode pads 105 and 106 via wide conductive paths 108 and 109, respectively.

[0080] Since ground electrodes are not provided on portions of the base board 104 which are opposite to the conductive paths 108 and 109, the conductive paths 108 and 109 do not function as microstrip lines. An electrode pad 107 having a large area is directly connected to external electrodes 111 and 114. The electrode pad 107 is bonded via bumps to the electrode lands of the surface acoustic wave filter element 3 which are connected to the ground line, and the electrode pads 105 and 106 are portions that are connected to the respective electrode lands 13 and 17 each connected to a signal terminal.

[0081] Therefore, in the conventional surface acoustic wave filter device prepared for comparison, there are no microstrip lines independently provided between the parallel arm resonators 10 to 12 and the external electrodes 111 and 114 each connected to a ground line, therefore, inductance components defined by microstrip lines are not provided therebetween.

[0082] Likewise, there are no microstrip lines connected between the series arm resonators 8 and 9 and the external electrodes 112 and 113, respectively, on the package side, therefore, inductance components by microstrip lines are not provided therebetween.

[0083] The specifications of the surface acoustic wave filter element 3 used in the above-described preferred embodiment and the conventional example are as follows:

[0084] The series arm resonators 8 and 9:

[0085] interdigital width of electrode fingers=17 [μ m], number of pairs of electrodes in an IDT=100, number of electrode fingers in a reflector=100, and electrode finger pitch=0.99 [μ m] (wavelength of surface acoustic wave [λ]=1.99 [μ m]).

[0086] The first and third parallel arm resonators 10 and 12:

[0087] interdigital width of electrode finger=50 [μ m], number of pairs of electrodes in an IDT=40, number of electrode fingers in a reflector=100, and electrode finger pitch=1.04 [μ m] (wavelength of surface acoustic wave [λ]=2.07 [μ m]).

[0088] The second parallel arm resonators 11:

[0089] interdigital width of electrode finger=52 [μ m], number of pairs of electrodes in an IDT=90, number of electrode fingers in a reflector=100, and electrode finger pitch=1.04 [μ m] (wavelength of surface acoustic wave [λ]=2.08 [μ m]).

[0090] In the present preferred embodiment, the inductance components by the microstrip lines 45 to 49 disposed on the base board 4, are as follows:

[0091] Microstrip lines 45 and 46 . . . 0.8 nH

[0092] Microstrip lines 47 and 49 . . . 0.8 nH

[0093] Microstrip line 48 . . . 0.5 nH

[0094] As shown in FIG. 6, the width of the pass band corresponding to an attenuation value of 4 dB, is 86 MHz for this preferred embodiment, in contrast to 78 MHz for the conventional example, that is, this preferred embodiment exhibits a pass band width that is wider than the conventional example. The attenuation pole in the vicinity of the pass band, in this preferred embodiment, is located at substantially the same frequency as that in the conventional example. This is because a common inductance component is provided since the electrode pads of the die-attach portion connected to the ground potential are separated from one another, in other words, since inductance components are independently added to the first to third parallel arm resonators 10 to 12 by the above-described microstrip lines 47 to 49.

[0095] Furthermore, since the microstrip lines 45 to 49 for providing the above-described inductance components are located between the base board and the side wall, minimal electromagnetic coupling between each of the microstrip lines 45 to 49 and the surface acoustic wave filter element 3 occurs, such that superior filter characteristics are achieved. In addition, since the above-described microstrip lines 45 to 49 are not provided in the die-attach portion, these microstrip lines do not impose limitations on the location and the number of bumps. This allows the surface acoustic wave filter element 3 to be bonded to the base board 4 with greatly increased bonding strength.

[0096] Changing the dielectric constant of the substrate 4b on which the microstrip lines are provided and the distance between the microstrip lines and the ground electrode 50 makes it possible to design the inductance component per unit length of microstrip line. Therefore, the inductance component necessary to improve the characteristics of surface acoustic wave filter is designed and included in the surface acoustic wave filter via the inductance component of microstrip line. Further, since the microstrip line is resistant to outside influences, the inductance component of the microstrip line does not substantially change even if the surface acoustic wave filter element is attached to the base board by face down process. Therefore a desired

inductance component is added to the surface acoustic wave filter.

[0097] FIG. 7 is a diagram showing the circuit configuration of a surface acoustic wave filter device in accordance with preferred embodiment of the present invention.

[0098] In this preferred embodiment, a surface acoustic wave filter element 3 similar to that in accordance with the first preferred embodiment, is provided. As shown in FIG. 7, two series arm resonators 8 and 9, and three parallel arm resonators 10 to 12 are connected to one another so as to have a ladder circuit configuration.

[0099] As seen from FIG. 7, however, in this preferred embodiment, the ends of the three parallel arm resonators 10 to 12 connected to the ground potential are commonly connected, and inductances L6 and L7 are connected between this commonly connected portion and the external electrodes which are each connected to an external ground line. Here, the ends of the parallel arm resonators 10 to 12 connected to the ground potential, that is, the ground terminals are commonly connected to the piezoelectric substrate.

[0100] Each of the above-described inductances L6 and L7 is defined by a microstrip line provided in the package.

[0101] FIG. 8 is a plan view showing the electrode structure on the top surface of the base board 54 in the package used in the second preferred embodiment of the present invention.

[0102] The second preferred embodiment is preferably constructed in the same manner as the first preferred embodiment, but the electrode structure on the top surface of the base board 54 of the second preferred embodiment differs from that of the first preferred embodiment. Hence, regarding the structure of the surface acoustic wave filter element 3 and other structures of the package 2, the description of the first preferred embodiment will be referred to.

[0103] In this preferred embodiment, the surface acoustic wave filter element 3 is bonded via bumps via the face down portion of the package 2 such that the top surface 4a (see FIG. 2) of the piezoelectric substrate 4 is arranged face down on the area surrounded by line X on the top surface of the base board 54.

[0104] A die-attach portion including electrode pads 55 to 57 is provided on the top surface 54a of the base board 54. The electrode pads 55 and 56 are bonded to the electrode lands 13 and 17 shown in FIG. 2 via bumps 55a and 56a, respectively. The electrode pad 57 is bonded to the electrode lands 14, 15, and 16 connected to the ground potentials shown in FIG. 2, via bumps 57a to 57d.

[0105] As in the first preferred embodiment, external electrodes 61 to 64 are provided at the corner portions of the base board 54. The external electrodes 61 to 64 are provided not only on the top surface 54a of the base board 54, but also so as to be provided on the bottom surface via the side surfaces thereof. The above-described electrode pads 55 and 56 are connected to the external electrodes 64 and 61 via microstrip lines 65 and 66, respectively. The electrode pad 57 is connected to the external electrodes 62 and 63 via the respective microstrip lines 67 and 68.

[0106] That is, the terminals of the three parallel arm resonators connected to the ground potential via the electrode pad 57 of the die-attach portion of the package 2 are commonly connected, and the electrode pad 57 is connected to different external electrodes 62 and 63 via the respective microstrip lines 67 and 68.

[0107] The electrode lands 13 and 17 defining input/output signal terminals and the electrode lands 14 to 16 defining ground terminals on the piezoelectric substrate 4, are arranged so as to be rotated by approximately 90[deg.] with respect to the line passing the approximate center of the piezoelectric substrate 4, with respect to the external electrodes 61 and 64 each connected to the signal line and the external electrodes 62 and 63 each connected to the ground line outside the package.

[0108] Similar to the first preferred embodiment, the microstrip lines 65, 66, 67 and 68 are opposite to the ground electrodes. Other elements of the second preferred embodiment are the same as those of the first preferred embodiment.

[0109] The attenuation value-frequency characteristics relationship of the surface acoustic wave filter device in accordance with the second preferred embodiment is indicated by a solid line in FIG. 9. For comparison, the attenuation value-frequency characteristics relationship of the surface acoustic wave filter device in accordance with a conventional example prepared in a similar manner to the comparative example used in the first preferred embodiment, is indicated by a broken line.

[0110] In the second preferred embodiment, each of the inductance components provided by the microstrip lines 65 and 66 is about 0.8 nH, and each of the inductance components added by the microstrip lines 67 and 68 is about 0.3 nH.

[0111] Actually, however, a common inductance of about 0.1 nH is inserted, since the microstrip lines 67 and 68 connecting the external electrodes 62 and 63, that are each connected to an external ground line, are connected in parallel with the external ground lines.

[0112] As shown in FIG. 9, in this preferred embodiment, since inductance components are provided in the package 2 via the above-described microstrip lines 65 to 68, the attenuation value in the vicinity of the pass band is greatly increased. The pass band corresponding to an attenuation value of about 4 dB, is about 80 MHz for this preferred embodiment, in contrast to 78 MHz for the conventional example, that is, the pass band width is simultaneously increased in this preferred embodiment.

[0113] In this preferred embodiment also, since microstrip lines for adding inductances are provided between the base board 54 and the annular side wall 5, the electromagnetic coupling with the surface acoustic wave filter element is greatly reduced, thereby providing greatly improved filter characteristics. Furthermore, as in the case of the first preferred embodiment, in this preferred embodiment, since no microstrip lines are provided in the die-attach portion, there are no limitations on the position and the number of bumps. This enables the surface acoustic wave filter element 3 to be securely bonded to the base board 54.

[0114] FIG. 10 is a diagram showing the circuit configuration of a surface acoustic wave filter device in accordance with a third preferred embodiment of the present invention. In the third preferred embodiment, the surface acoustic wave filter element 3 is constructed in a similar manner as the first preferred embodiment, and two series arm resonators 8 and 9 and three parallel arm resonators 10 to 12 are connected to one another so as to define a ladder circuit.

[0115] In this preferred embodiment, the side wall and the cap member of the package 2 are constructed in a similar manner to those of the first preferred embodiment. The difference between the third and first preferred embodiments is in the electrode structure provided on the base board 74, as shown in FIG. 11. Hence, regarding elements other than the electrode structure of the base board 74, descriptions thereof will be described with reference to the description of the first preferred embodiment.

[0116] On the top surface 74a of the base board 74, a plurality of electrode pads 75, 76, 77, and 78 are provided, and a die-attach portion is provided on the top surface 74a of the base board 74.

portion is defined by the plurality of electrode pads 75 to 78. The portion indicated by a circle or circles inside each of the electrode pads 75 to 78 define the locations of the bumps when the surface acoustic wave filter element 3 is bonded via the down mounting process.

[0117] External electrodes 81 to 84 are provided at the corners of the base board 74, in a similar manner to the first preferred embodiment. The external electrodes 81 and 84 are each connected to a signal line, and are connected to the electrode pads 75 and 78 via microstrip lines 86 and 85. The electrode pads 77 and 78 are connected to the external electrode 82 and 83 with each connected to a ground line, via microstrip lines 87 and 88.

[0118] Also, the electrode pad 75 is connected to the electrode lands 13 shown in FIG. 2 via a bump 75a, and the electrode pad 76 is connected to the electrode land 17 shown in FIG. 2 via a bump 76a. The electrode pad 77 is connected to the electrode lands 14 (FIG. 2) via bumps 77a and 77b, and the electrode pad 78 is connected to the electrode lands 15 and 16 (see FIG. 2) via bumps 78a and 78b. Herein, ground terminals of at least two parallel arm resonators may be connected to one electrode land. In other words, electrode lands connected to the ground potential, for example, the electrode lands 15 and 16 are defined by a common land.

[0119] As shown in FIG. 10, therefore, the first parallel arm resonator 10 and the second and third resonators 11 and 12 are separated from each other in the die-attach portion. An inductance L7 defined by the microstrip line 87 is provided between the first parallel arm resonator 10 and the external electrode 82 connected to an external ground line, and an inductance L8 defined by the microstrip line 88 is provided between the second and third parallel arm resonators 11 and 12 and the external electrode 83 that is connected to a ground line.

[0120] The attenuation value-frequency characteristics relationship of the surface acoustic wave filter device in accordance with the third preferred embodiment is shown in FIG. 12 using a solid line. For comparison, the attenuation value-frequency characteristics relationship of the surface acoustic wave filter device in accordance with the conventional example prepared in a similar manner to the first preferred embodiment, is shown in FIG. 12 using a broken line.

[0121] In this case, each of the inductance components defined by the microstrip lines 85 and 86 was about 0.8 nH, and each of the inductance components defined by the microstrip lines 87 and 88 was about 0.3 nH. Other elements of this preferred embodiment are similar to those of the first preferred embodiment.

[0122] As shown in FIG. 12, in this preferred embodiment, the attenuation value in the vicinity of the pass band is significantly increased over the conventional example, since inductance components are provided in the package 2 by the above-described microstrip lines 85 to 88. The width of the pass band corresponding to an attenuation value of about 4 dB, is about 85 MHz in this preferred embodiment, in contrast to 78 MHz for the conventional example, that is, the width of the pass band is greatly increased in this preferred embodiment.

[0123] As compared with the frequency characteristics (FIG. 9) of the second preferred embodiment, in this preferred embodiment, the frequency at the attenuation pole f_r in the vicinity of the pass band is increased. Therefore, when an increase in the attenuation value in the frequency range nearer to the pass band is required, the surface acoustic wave filter device in accordance with the third preferred embodiment is more advantageous than that in accordance with the second preferred embodiment.

[0124] FIG. 13 is a diagram showing the circuit configuration of a surface acoustic wave filter device in accordance with the fourth preferred embodiment of the present invention. In the fourth preferred embodiment, the same surface acoustic wave filter element 3 in accordance with the first preferred embodiment is used, and first and second series arm resonators 8 and 9 and parallel arm resonators 10 to 12 are connected to one another so as to define a ladder circuit.

[0125] As shown in FIG. 14, a package 2 includes a base board 94 defining a first case member. Also, a second case member including a side wall 95 and a cap 96, is constructed as in the same manner as that in the first preferred embodiment.

[0126] In this preferred embodiment, the base board 94 is constructed by a laminated ceramic board including substrates 94c and 94d, and within the base board 94, microstrip lines for adding inductances as described later are provided.

[0127] FIG. 15 is a plan view showing a top surface of the base board 94 and a top surface of the substrate 94b, and FIG. 16 is a plan view showing a top surface of the substrate 94c where microstrip lines are provided.

[0128] As shown in FIG. 15, electrode pads 55 to 57 are provided on the top surface of the base board 94, in a similar manner to the base board in the second preferred embodiment shown in FIG. 8. In this preferred embodiment, however, no external electrode and microstrip line are provided on the top surface of the base board 94, and instead, are provided inside the base board 94. Through hole electrodes 95a to 95d penetrating through the substrate 94b and extending to the bottom surface thereof are provided at locations of the electrode pads 55 to 57. As shown in FIG. 16 the lower ends of the through hole electrodes 95a to 95d are connected to one-side end of the microstrip lines 97a to 97d provided on the upper surface of the substrate 94c, respectively. The other ends of the microstrip lines 97a to 97d are connected to the external electrodes 98a to 98d on the upper surface of the substrate 94c, respectively. The external electrodes 98a to 98d are arranged so as to extend from corner portions to the bottom surface of the base board 94 to the side surfaces of the substrates 94c and 94d (see FIG. 14). Further, as indicated by broken line in FIG. 16, the ground electrode 50 for microstrip lines 97a to 97d is arranged to cover substantially entire bottom surface of the substrate 94c.

[0129] More specifically, in this preferred embodiment, the microstrip lines 97a to 97d are embedded in the base board 94 via these microstrip lines 97a to 97d, as shown in FIG. 13, inductance components L9 and L10 are defined between the parallel arm resonators 10 and 11 where the first to third parallel arm resonators are commonly connected, and the external electrodes each connected to an external ground line, while inductance components L1 and L2 are defined between the series arm resonators 8 and 9 and external electrodes each connected to an external signal line.

[0130] In this manner, the microstrip lines for adding inductances can be provided at any location within the package.

[0131] The solid line in FIG. 17 shows the attenuation value-frequency characteristics relationship of the surface acoustic wave filter device in accordance with the fourth preferred embodiment, and the broken line shows the attenuation value-frequency characteristics relationship of the surface acoustic wave filter device in accordance with the conventional example prepared in a similar manner. Here, in the surface acoustic wave filter device in accordance with the fourth preferred embodiment, the inductance components L1 and L2 are defined between the series arm resonators 8 and 9 and external electrodes each connected to an external signal line, and the inductance components L9 and L10 are defined between the parallel arm resonators 10 and 11 and external electrodes each connected to an external ground line.

component defined by a microstrip line included for each of the series arm resonators was about 1.0 nH, and the inductance components L9 and L10 each connected between the parallel arm resonator and the ground line was about 1.0 nH.

[0132] As shown in FIG. 17, in this preferred embodiment, microstrip lines for adding inductance components greatly in the attenuation value in the vicinity of the pass band. In particular, the improvement in the attenuation value on the lower frequency side is significant. This is because the frequency f_r of the attenuation pole is reduced because the value of the inductances L8 and L9 connected in parallel with each other are increased.

[0133] In the fourth preferred embodiment, since the microstrip lines are embedded in the base board, that is, since the microstrip lines are provided as internal electrodes, each of the microstrip lines is lengthened, thereby providing an increased inductance value. In order to obtain an even larger inductance value, it is preferable to lengthen a microstrip line by providing a plurality of layers of microstrip lines, and electrically connecting the plurality of microstrip lines with one another via a through hole electrode or a via hole electrode.

[0134] As described above, in the surface acoustic wave filter device in accordance with preferred embodiments of the present invention, since inductance components defined by microstrip lines are each connected to any of the series arm resonators defining a ladder circuit, and the microstrip lines are arranged in the package, the attenuation value in the vicinity of the pass band is greatly increased and wide-band filter characteristics are achieved.

[0135] Changing the dielectric constant of the substrate on which the microstrip lines are provided, and the distance between microstrip lines and the ground electrode makes it possible to design the inductance component per unit length of the microstrip line. Therefore, inductance components necessary to improve the characteristics of surface acoustic wave filter are easily designed and provided in the surface acoustic wave filter via the microstrip line. Further, since the microstrip line is resistively connected to the surface acoustic wave filter element from outside, the inductance component of the microstrip line is not substantially changed even when the surface acoustic wave filter element is attached to the base board via the face down mounting process. Therefore, a desired inductance component is added to the surface acoustic wave filter.

[0136] When the package includes a die-attach portion having a plurality of electrode pads each of which is connected to one of the signal terminals and any one of the ground terminals of the surface acoustic wave filter element via bumps, and a plurality of external electrodes each of which is electrically connected to any one of the electrode pads, and each of which is connected to a signal line or a ground line outside the surface acoustic wave filter device, the surface acoustic wave filter element is securely connected and mechanically bonded to the plurality of electrode pads using bumps via face down mounting process. The present invention, therefore, provides a wide-band filter device having a greatly increased attenuation value in the vicinity of the pass band.

[0137] When each of the microstrip lines is connected between the electrode pad connected to the signal terminal of the series arm resonator and the external electrode connected to the signal line outside the surface acoustic wave filter device, since each of the microstrip lines is connected between the series arm resonator and the signal line, the reflection loss is greatly reduced and the width of the pass band is greatly increased.

[0138] When each of the above-described microstrip lines is provided between the electrode pad which is connected to the ground terminal of at least one parallel arm resonator via the bumps, and the external electrode which is connected to the ground line outside the package, the increase in attenuation value in the vicinity of the pass band and wide-band filter characteristics are achieved.

[0139] When the surface acoustic wave filter device includes at least two parallel arm resonators, wherein the ground terminals of all the parallel arm resonators are commonly connected, on the piezoelectric substrate, wherein each of the microstrip lines is connected between the portion where the ground terminals of the parallel arm resonators are commonly connected, and each of the external electrodes provided in the package, the attenuation value can be increased at lower frequency range.

[0140] Likewise, when the package-side electrode pads connected to the ground terminals of all the parallel arm resonators are defined by a common electrode pad, and each of the microstrip lines is provided on the path between the common electrode pad and each of the external electrodes, the attenuation value is increased at lower frequency range, as well. In addition, defining the electrode pads as a common pad on the package side facilitates the wiring of chips.

[0141] When the surface acoustic wave filter includes at least three parallel arm resonators, wherein microstrip lines are provided on the path between the electrode lands to which the ground terminals of at least two parallel arm resonators are commonly connected, and the external electrodes to which these electrode lands are connected, and wherein the parallel arm resonators other than the above-described at least two parallel arm resonators are, on the piezoelectric substrate, electrically isolated from the above-described at least two parallel arm resonators, the width of the pass band is further increased while simultaneously increasing the attenuation value in the vicinity of the pass band.

[0142] When the surface acoustic wave filter device includes at least three parallel arm resonators, and a common electrode pad connected to the ground terminals of at least two parallel arm resonators among the parallel arm resonators, wherein each of the microstrip lines is provided on the path between the common electrode pad and the external electrodes to which the common electrode pad is connected, and wherein the other parallel arm resonators are electrically isolated from the above-described at least two parallel arm resonators, at a die-attach portion including a plurality of electrode pads, the attenuation value in the vicinity of the pass band is further increased, and wideband filter characteristics are achieved.

[0143] When the microstrip lines are disposed, in the package, at the positions other than the position of the die-attach portion, electromagnetic interference with the surface acoustic wave filter element, and consequently, the deterioration of filter characteristics is prevented.

[0144] When the package includes a base board, an annular side wall provided on the base board, and a cap member affixed to the annular side wall so as to close the upper end thereof, wherein the main portion of each of the microstrip lines is disposed between the side wall and the base board, no extra space is required, such that filter characteristics are greatly improved without increasing the size of the package.

[0145] When the package includes the first case member on which the surface acoustic wave filter element is mounted, and a second case member enclosing the surface acoustic wave filter element mounted on the first case member, wherein the n

portion of each of the microstrip lines is provided inside the first case member, large inductance components can be provided resulting in significantly improved filter characteristics.

[0146] When the signal terminals at the input/output ends of the surface acoustic wave filter element and at least one ground terminal thereof are arranged so as to be rotated by 90[deg.] around the imaginary line which passes the approximate center of the piezoelectric substrate of the surface acoustic wave filter element, and which is substantially perpendicular to the piezoelectric substrate, with respect to the external electrodes connected to the input/output end signal lines and at least one external electrode connected to the ground potential among the plurality of external electrodes, increased inductance components can be provided without providing bending portions, when forming microstrip lines between the side wall and a base board.

[0147] The surface acoustic wave filter device according to preferred embodiments of the present invention can be provided in various communication apparatuses and signal processing devices, in particular, small communication apparatuses such as a portable phone.

[0148] While preferred embodiments of the invention have been described above, it is to be understood that variations and modifications will be apparent to those skilled in the art without departing the scope and spirit of the invention. The scope of the invention, therefore, is to be determined solely by the following claims.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

Claims of corresponding document: US2003058066

1. A surface acoustic wave filter device, comprising:

a surface acoustic wave filter element including a piezoelectric substrate and a plurality of one terminal pair surface acoustic wave elements provided on said piezoelectric substrate, said plurality of one terminal pair surface acoustic wave elements connected so as to define a parallel arm resonator and a series arm resonator in a ladder circuit; and
a package accommodating said surface acoustic wave filter element;
said surface acoustic wave filter element being bonded via a plurality of bumps by means of the face down process and being accommodated in said package; and
an inductance component of a microstrip line which is provided in said package and connected to at least one of said series resonator and said parallel arm resonator.

2. A surface acoustic wave filter device in accordance with claim 1, wherein said package includes a die-attach portion in which a plurality of electrode pads which are connected via said bumps to one of a signal terminal and a ground terminal of the surface acoustic wave filter element; and a plurality of external electrodes which are electrically connected to at least one of said electrode pads, and connected to one of a signal line and a ground line outside the surface acoustic wave filter device.

3. A surface acoustic wave filter device in accordance with claim 2, wherein said microstrip line is connected between said electrode pad connected to the signal terminal of said series arm resonator and said external electrode connected to the signal line outside said surface acoustic wave filter device.

4. A surface acoustic wave filter device in accordance with claim 2 or 3, wherein said microstrip line is provided between said electrode pad which is connected to the ground terminal of at least one parallel arm resonator via said bump, and said external electrode which is connected to the ground line outside the package.

5. A surface acoustic wave filter device in accordance with claim 2, comprising at least two said parallel arm resonators, wherein the ground terminals of all said parallel arm resonators are commonly connected on said piezoelectric substrate; said microstrip line is connected between the portion where the ground terminals of said parallel arm resonators are commonly connected, and the external electrode provided in said package.

6. A surface acoustic wave filter device in accordance with claim 2, comprising at least two said parallel arm resonators, wherein said package-side electrode pads connected to the ground terminals of all said parallel arm resonators are made into a common electrode pad; and
said microstrip line is provided on the path between said common electrode pad and said external electrode.

7. A surface acoustic wave filter device in accordance with claim 2, comprising:

at least three said parallel arm resonators; and
an electrode land which is provided on said piezoelectric substrate, and to which the ground terminals of at least two parallel arm resonators are connected,
wherein said microstrip line is provided on the path between said electrode land connected to the ground terminals of at least two parallel arm resonators and said external electrode to which said electrode land is connected; and
the parallel arm resonator other than said at least two parallel arm resonators is electrically isolated from said at least two parallel arm resonators on the piezoelectric substrate, and is electrically connected to the external electrode other than the package-side external electrode connected to said at least two parallel arm resonators.

8. A surface acoustic wave filter device in accordance with claim 2, comprising at least three said parallel arm resonators

wherein said plurality of electrode pads include a common electrode pad connected to the ground terminals of at least two parallel arm resonators among said parallel arm resonators, and wherein said microstrip line is provided on the path between said common electrode pad and the external electrode to which said common electrode pad is connected; and wherein the parallel arm resonator other than said at least two parallel arm resonators is electrically isolated from said at least two parallel arm resonators, at a die-attach portion including said plurality of electrode pads, and is electrically connected to an external electrode other than the package-side external electrode connected to said at least two parallel arm resonators.

9. A surface acoustic wave filter device in accordance with any one of claims 1 to 8, wherein said microstrip line is disposed on the package at the position other than the position of said die-attach portion.

10. A surface acoustic wave filter device in accordance with any one of claims 1 to 9, wherein said package includes a base board on which said surface acoustic wave filter element is mounted; an annular side wall provided on said base board; and a cap member attached to said annular side wall so as to close the upper end thereof, wherein a main portion of said microstrip line is disposed between said side wall and said base board.

11. A surface acoustic wave filter device in accordance with any one of claims 1 to 9, wherein said package includes a first case member on which said surface acoustic wave filter element is mounted; and a second case member enclosing the surface acoustic wave filter element mounted on the first case member, wherein a main portion of said microstrip line is provided inside said first case member.

12. A surface acoustic wave filter device in accordance with any one of claims 1 to 11, wherein the signal terminal at the input/output end of said surface acoustic wave filter element and at least one ground terminal thereof are arranged so as to be rotated by 90[deg.] about the imaginary line which passes the center of the piezoelectric substrate of said surface acoustic wave filter element, and which is perpendicular to the piezoelectric substrate, with respect to the external electrode connected to said signal line at the input/output end and the external electrode connected to at least one ground potential among said plural external electrodes.

13. A communication device comprising a surface acoustic wave filter device in accordance with any one of claims 1 to 12.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-141771
(P2002-141771A)

(43) 公開日 平成14年5月17日 (2002.5.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 3 H 9/25		H 0 3 H 9/25	A 5 J 0 9 7
9/64		9/64	Z

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-225768(P2001-225768)
(22) 出願日 平成13年7月26日(2001.7.26)
(31) 優先権主張番号 特願2000-249954(P2000-249954)
(32) 優先日 平成12年8月21日(2000.8.21)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市天神二丁目26番10号
(72) 発明者 谷口 典生
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(72) 発明者 高田 俊明
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(74) 代理人 100086597
弁理士 宮▼崎▲ 主税

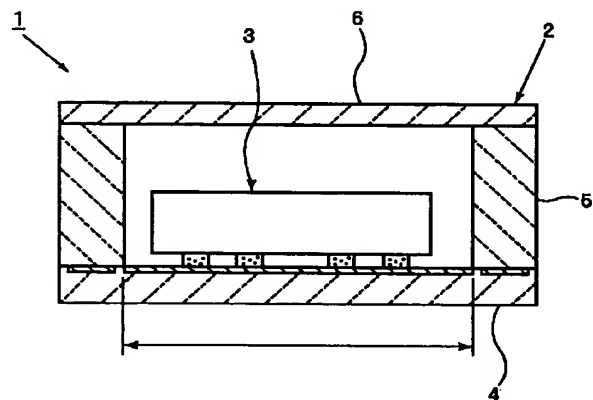
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ装置

(57) 【要約】

【課題】 梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ素子がフェイスダウン工法でパッケージに電氣的に接続・機械的に固定されている弾性表面波フィルタ装置において、インダクタンスの付加により良好なフィルタ特性が得られる構造を提供する。

【解決手段】 圧電性基板上に梯子型回路構成を有するように複数の一端子弾性表面波共振子が構成されている弾性表面波フィルタ素子が、フェイスダウン工法でパッケージに収納されており、直列共振子及び／または並列共振子に接続されているマイクロストリップラインがパッケージの内部に、設けられており、マイクロストリップラインのインダクタンス成分を用いて特性が調整される、弾性表面波フィルタ装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電性基板、及び前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波素子を有し、前記一端子対弾性表面波素子が梯子型回路の並列腕共振子及び直列腕共振子を構成するように接続されている弾性表面波フィルタ素子と、

前記弾性表面波フィルタ素子を収納しているパッケージとを備え、

前記弾性表面波フィルタ素子が複数のバンブにより接続されるフェイスダウン工法で前記パッケージに収納されてあり、

前記パッケージ内に設けられており、前記直列腕共振子及び並列腕共振子の少なくとも一方に接続されているマイクロストリップラインのインダクタンス成分をさらに備えることを特徴とする、弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 2】 前記パッケージが、弾性表面波フィルタ素子のいずれかの信号端子及びアース端子に前記バンブにより接続される複数の電極パッドを有するダイアタッチ部と、いずれかの前記電極パッドと電気的に接続されており、かつ弾性表面波フィルタ装置外の信号ラインまたはアースラインに接続される複数の外部電極とを備える、請求項 1 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 3】 前記マイクロストリップラインが、前記直列腕共振子の信号端子に接続されている前記電極パッドと、前記弾性表面波フィルタ装置外の信号ラインに接続される前記外部電極との間に接続されている、請求項 2 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 4】 前記マイクロストリップラインが、少なくとも 1 つの前記並列腕共振子のアース端子に前記バンブにより接続されている前記電極パッドと、パッケージ外のアースラインに接続される前記外部電極との間に設けられている請求項 2 または 3 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 5】 少なくとも 2 個の前記並列腕共振子を備え、

全ての前記並列腕共振子のアース端子が前記圧電性基板上で共通接続されており、前記並列腕共振子のアース端子が共通接続されている部分と、前記パッケージに設けられた外部電極との間に、前記マイクロストリップラインが接続されている、請求項 2 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 6】 少なくとも 2 個の前記並列腕共振子を備え、

全ての前記並列腕共振子のアース端子に接続されるパッケージ側の前記電極パッドが共通とされており、前記共通とされている電極パッドと、前記外部電極との間の経路に前記マイクロストリップラインが設けられている請求項 2 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 7】 少なくとも 3 個以上の前記並列腕共振子を備え、

前記圧電性基板上に形成されており、少なくとも 2 個の並列腕共振子のアース端子が接続される電極ランドをさらに備え、

少なくとも 2 個の並列腕共振子のアース端子に接続されている前記電極ランドと、該電極ランドが接続される前記外部電極との間の経路に前記マイクロストリップラインが設けられており、

前記少なくとも 2 個の並列腕共振子以外の並列腕共振子が、圧電性基板上において、前記少なくとも 2 個の並列腕共振子と電気的に分離されており、前記少なくとも 2 個の並列腕共振子に接続されているパッケージ側の外部電極以外の外部電極に電気的に接続されている、請求項 2 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 8】 少なくとも 3 個の前記並列腕共振子を備え、

前記複数の電極パッドが、前記並列腕共振子のうち少なくとも 2 個の並列腕共振子のアース端子に接続される共通電極パッドを有し、前記マイクロストリップラインが共通電極パッドと、該共通電極パッドが接続される前記外部電極との間の経路に設けられており、

前記少なくとも 2 個の並列腕共振子以外の並列腕共振子が、前記複数の電極パッドを含むダイアタッチ部において、前記少なくとも 2 個の並列腕共振子と電気的に分離されており、前記少なくとも 2 個の並列腕共振子に接続されているパッケージ側の外部電極以外の外部電極に電気的に接続されている、請求項 2 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 9】 前記マイクロストリップラインが、パッケージ内において、前記ダイアタッチ部以外に配置されている、請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 10】 前記パッケージが、前記弾性表面波フィルタ素子が搭載されるベース基板と、該ベース基板上に設けられた環状の側壁と、該環状の側壁の上端を閉成するように取り付けられたキャップ材とを備え、前記マイクロストリップラインの主要部が、前記側壁と前記ベース基板との間に配置されている、請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 11】 前記パッケージが、前記弾性表面波フィルタ素子が搭載される第 1 のケース材と、第 1 のケース材に搭載されている弾性表面波フィルタ素子を囲繞する第 2 のケース材とを備え、前記第 1 のケース材の内部に前記マイクロストリップラインの主要部が設けられている、請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 12】 前記弾性表面波フィルタ素子の入出力端の信号端子と少なくとも 1 つのアース端子とが、前記複数の外部電極のうち入出力端の信号ラインに接続される外部電極と少なくとも 1 つのアース電位に接続される外部電極に対し、前記弾性表面波フィルタ素子の圧電性

10

20

30

40

50

基板の中心を通り、圧電性基板に直交する仮想線の周りに90度回転させたように配置されている、請求項1～11のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項13】 請求項1～12のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置を有する通信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、梯子型バンドパスフィルタとして用いられる弾性表面波フィルタ装置に関し、特に、梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、複数の一端子対弾性表面波共振子が並列腕共振子及び直列腕共振子として用いられている梯子型回路構成を有するバンドパスフィルタが知られている（例えば特開平5-183380号公報等）。

【0003】この種のバンドパスフィルタでは、並列腕共振子と直列腕共振子とが入力側から出力側に向かって交互に配置されている。梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタでは、挿入損失の低減及び広帯域化をはかることができるため、携帯電話機におけるバンドパスフィルタなどに広く用いられている。

【0004】特開平5-183380号公報には、上記直列腕共振子または並列腕共振子にインダクタンス成分を直列に接続すれば、フィルタ特性の広帯域化が図られることが記載されている。

【0005】また、特開平10-93382号公報には、梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ装置において、並列腕共振子にインダクタンスを付加した構造が開示されている。図18は、この先行技術に記載の弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図である。弾性表面波フィルタ装置501では、直列腕共振子S1、S2と並列腕共振子P1～P3とが梯子型回路を構成するように接続されている。ここでは、並列腕共振子P1～P3とアース電位との間に、インダクタンスLが挿入されている。

【0006】インダクタンスLの付加により、広帯域化及び通過帯域近傍における減衰量の拡大を図ることができる。他方、特開平4-65909号公報には、弾性表面波フィルタ素子をフェイスダウン工法によりパッケージに接続してなる構造が開示されている。すなわち、従来、弾性表面波フィルタ素子をパッケージ化するに際しては、パッケージの電極と弾性表面波フィルタ素子の電極とがボンディングワイヤにより接続されていた。これに対して、この先行技術に記載の弾性表面波フィルタ装置では、フェイスダウン工法を採用することにより小型化が図られている。図19は、このフェイスダウン工法を用いた弾性表面波フィルタ装置の略図的断面図である。

【0007】弾性表面波フィルタ装置601では、パッ

ケージ602内に弾性表面波フィルタ素子603が収納されている。パッケージ602は、ベース基板602a、側壁602b及びキャップ602cを有する。

【0008】ベース基板602a上には、弾性表面波フィルタ素子603に電氣的に接続される複数の電極パッドを有するダイアタッチ部602dが形成されている。弾性表面波フィルタ素子603は、圧電基板603aを有し、圧電基板603aの下面に弾性表面波共振子を構成するための電極等が形成されている。そして、圧電基板603aの下面に形成されている電極がパンプ604により、ダイアタッチ部602d中の電極パッドに電氣的に接続されると共に、該パンプ604により、弾性表面波フィルタ素子603がダイアタッチ部602dに機械的に固定されている。

【0009】このようなフェイスダウン工法、すなわち弾性表面波共振子を構成する電極等が形成されている圧電基板面側からパンプ604により弾性表面波フィルタ素子をパッケージに接合する方法では、ボンディングワイヤを必要としないので、弾性表面波装置の小型化を進めることができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、特開平5-183380号公報や特開平10-93382号公報に記載のように、梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ装置において、直列腕共振子または並列腕共振子にインダクタンスを付加した場合、フィルタ特性が向上する。また、ボンディングワイヤにより弾性表面波フィルタ素子とパッケージの電極とを接続する場合には、該ボンディングワイヤを利用して上記インダクタンスを付加することかできる。

【0011】しかしながら、前述したフェイスダウン工法によりパッケージ化されている弾性表面波フィルタ装置601では、ボンディングワイヤを有しないので、ボンディングワイヤによるインダクタンス成分の付加は行えない。もっとも、パッケージに設けられた外部電極と、ダイアタッチ部とを接続している引回し電極によりわずかなインダクタンス成分を得ることができるが、このような引回し電極では大きなインダクタンスを得ることができない。

【0012】従って、特開平4-65909号公報に記載の弾性表面波フィルタ装置では、インダクタンスの付加により、広帯域化及び通過帯域近傍における減衰量の増大を図ることが困難であった。

【0013】なお、特開平4-65909号公報には、パッケージ内の入出力信号端子とアース端子との間にインダクタンス成分を付加すれば、外部素子を用いることなく入出力のインピーダンス整合を図ることができると記載されている。この記載は、弾性表面波フィルタ外で入出力インピーダンスのマッチングを図らなければならない構造の弾性表面波フィルタに関するものである。従

10

20

30

40

50

って、本質的に50Ωに整合せずともよい梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタでは、このようなパッケージ内の入出力信号端子と、アース端子との間でインピーダンス整合を図る必要はない。

【0014】また、特開平4-65909号公報では、ダイアタッチ部においてインダクタンス成分が構成されているが、この構造では、弾性表面波フィルタ素子の圧電基板上の配線等とダイアタッチ部との電磁界的な結合が生じ、フィルタ特性が低下する。また、ダイアタッチ部においてインダクタンス成分を形成すると、弾性表面波フィルタ素子とパッケージとを電氣的に接続・機械的固定するためのバンプの位置や個数の制限が大きくなる。

【0015】ボンディングワイヤを用いた構造であれば、弾性表面波フィルタ素子は接着剤を用いてパッケージに固定することができるが、フェイスダウン工法では、バンプが、弾性表面波フィルタ素子の電氣的接続及び機械的固定の双方の機能を有する。従って、バンプの位置や個数に制限が加わると、電氣的接続及び機械的固定が十分に行われず、信頼性が低下することとなる。

【0016】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ素子がフェイスダウン工法でパッケージに収納されている弾性表面波フィルタ装置において、並列腕共振子及び／または直列腕共振子にインダクタンスが付加されており、かつ弾性表面波フィルタ素子上の電極とパッケージに設けられたインダクタンスとの電磁界的な結合によるフィルタ特性の悪化が生じ難く、バンプの位置や個数の制限が少ない、良好なフィルタ特性を有する弾性表面波フィルタ装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の広い局面によれば、圧電性基板、及び前記圧電性基板上に形成された複数の一端子対弾性表面波素子を有し、前記一端子対弾性表面波素子が梯子型回路の並列腕共振子及び直列腕共振子を構成するように接続されている弾性表面波フィルタ素子と、前記弾性表面波フィルタ素子を収納しているパッケージとを備え、前記弾性表面波フィルタ素子が複数のバンプにより接続されるフェイスダウン工法で前記パッケージに収納されており、前記パッケージの内に設けられており、前記直列腕共振子及び並列腕共振子の少なくとも一方に接続されているマイクロストリップラインのインダクタンス成分をさらに備えることを特徴とする、弾性表面波フィルタ装置が提供される。

【0018】本発明のある特定の局面では、前記パッケージが、弾性表面波フィルタ素子のいずれかの信号端子及びアース端子にバンプにより接続される複数の電極パッドを有するダイアタッチ部と、いずれかの電極パッドと電氣的に接続されており、かつ弾性表面波フィルタ装置外の信号ラインまたはアースラインに接続される複数

の外部電極とを備える。

【0019】本発明のより限定的な局面では、前記マイクロストリップラインが、前記直列腕共振子の信号端子に接続されている前記電極パッドと、前記弾性表面波装置外の信号ラインに接続される前記外部電極との間に接続されている。

【0020】本発明の他の限定的な局面では、前記マイクロストリップラインが、少なくとも1つの前記並列腕共振子のアース端子にバンプにより接続されている前記電極パッドと、アースラインに接続される前記外部電極との間に設けられている。

【0021】本発明の他の特定の局面では、少なくとも2個の前記並列腕共振子を備え、全ての並列腕共振子のアース端子が前記圧電性基板上で共通接続されており、前記並列腕共振子のアース端子が共通接続されている部分と、前記パッケージの外部電極との間に、前記マイクロストリップラインが接続されている。

【0022】本発明のさらに別の特定の局面では、少なくとも2個の前記並列腕共振子を備え、全ての並列腕共振子のアース端子に接続されるパッケージ側の前記電極パッドが共通とされており、前記共通とされている電極パッドと、前記外部電極との間の経路に前記マイクロストリップラインが設けられている。

【0023】本発明のさらに他の限定的な局面によれば、少なくとも3個以上の前記並列腕共振子を備え、前記圧電性基板上に形成されており、少なくとも2個の並列腕共振子のアース端子が接続される電極ランドをさらに備え、前記電極ランドと、前記電極ランドが接続される外部電極との間の経路に前記マイクロストリップラインが設けられており、前記少なくとも2個の並列腕共振子以外の並列腕共振子が、圧電性基板上において、前記少なくとも2個の並列腕共振子と電氣的に分離されており、前記少なくとも2個の並列腕共振子に接続されているパッケージ側の外部電極以外の外部電極に電氣的に接続されている。

【0024】本発明の他の特定の局面では、少なくとも3個の前記並列腕共振子を備え、前記複数の電極パッドが、前記並列腕共振子のうち少なくとも2個の並列腕共振子のアース端子に接続される共通電極パッドを有し、前記マイクロストリップラインが共通電極パッドと、該共通電極パッドが接続される前記外部電極との間の経路に設けられており、前記少なくとも2個の並列腕共振子以外の並列腕共振子が、前記複数の電極パッドを含むダイアタッチ部において、前記少なくとも2個の並列腕共振子と電氣的に分離されており、前記少なくとも2個の並列腕共振子に接続されているパッケージ側の外部電極以外の外部電極に電氣的に接続されている。

【0025】本発明のさらに他の限定的な局面では、前記マイクロストリップラインが、パッケージ内において、ダイアタッチ部以外に配置されている。本発明の他

の特定の局面では、前記パッケージが、前記弾性表面波フィルタ素子が搭載されるベース基板と、該ベース基板内に設けられた環状の側壁と、環状の側壁の上端を閉成するように取り付けられたキャップ材とを備え、前記マイクロストリップラインの主要部が、前記側壁と前記ベース基板との間に配置されている。

【0026】本発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに別の特定の局面では、前記パッケージが、前記弾性表面波フィルタ素子が搭載される第1のケース材と、第1のケース材に搭載されている弾性表面波フィルタ素子を囲繞する第2のケース材とを備え、前記第1のケース材の内部にマイクロストリップラインの主要部が設けられている。

【0027】なお、本明細書において「マイクロストリップラインの主要部」とは、マイクロストリップラインの全長の50パーセント以上をいうものとする。本発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタ素子の入出力端の信号端子と少なくとも1つのアース端子とが、前記複数の外部電極のうち入出力端の信号ラインに接続される外部電極と少なくとも1つのアース電位に接続される外部電極に対し、前記弾性表面波フィルタ素子の圧電性基板の中心を通り、圧電性基板に直交する仮想線の周りに90度回転させたような位置関係とされている。

【0028】本発明に係る通信機は、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置を有することを特徴とする。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置の詳細を説明する。

【0030】図1は、本発明の第1の実施例に係る弾性表面波装置の略図的断面図であり、図2は本実施例で用いられる弾性表面波フィルタ素子の平面図であり図3はパッケージ内の電極構造を説明するための模式的平面図である。

【0031】図1に示すように、本実施例の弾性表面波装置1では、パッケージ2内に弾性表面波フィルタ素子3が収納されている。なお、図1では、弾性表面波フィルタ素子3は略図的にその外形のみが示されている。

【0032】パッケージ2は、矩形板状のベース基板4と、ベース基板4上に接合された矩形枠状の側壁5と、側壁5の上方開口を閉成するように取り付けられた矩形板状のキャップ材6とを有する。側壁5は、矩形板状以外の円環状等の他の環状構造を有するものであってもよい。

【0033】ベース基板4及び側壁5は、例えばアルミナなどの絶縁性セラミックスあるいは合成樹脂により構成することができる。キャップ材6についても同様の材料で構成することができ、あるいはキャップ材6は電磁シールド性を付与するために金属等により構成されていてもよい。

【0034】図2に示すように、弾性表面波フィルタ素子3は、圧電性基板としての矩形板状の圧電基板7を有する。圧電基板7は、本実施例では36° Ycut X伝搬LiTaO₃基板により構成されている。もっとも、圧電基板7は、他の圧電単結晶、あるいはチタンジルコン酸鉛系セラミックスのような圧電セラミックスにより構成されていてもよい。また、圧電基板や絶縁基板上にZnO等からなる圧電薄膜を形成してなる圧電性基板を用いてもよい。

10 【0035】圧電基板7の上面7aには、金属膜を全面に形成した後、フォトリソグラフィエッチングにより、図示の電極構造が形成されている。この電極構造を形成する金属材料についても特に限定されないが、本実施例ではAlにより構成されている。なお、電極形成はフォトリソグラフィーフリフトオフ法で行ってもよい。

【0036】図2を参照して上記電極構造を説明する。圧電基板7の上面7a上には、梯子型回路構成を実現するために、それぞれが一端子対弾性表面波素子からなる直列腕共振子8、9及び並列腕共振子10~12が形成されている。直列腕共振子8、9及び並列腕共振子10~12は、いずれも、1つのIDTと、IDTの表面波伝搬方向両側に配置された反射器とを有する。直列腕共振子8を代表して説明すると、直列腕共振子8は、IDT8aと、反射器8b、8cとを有する。

【0037】また、圧電基板7の上面7a上には、電極ランド13~17が形成されている。電極ランド13~17は、弾性表面波フィルタ素子3を外部と電気的に接続するための部分であり、ある程度の面積を有する金属膜により構成されている。なお、電極ランド13~17上に描かれている円形の部分は、バンプにより接合される部分を意味する。

【0038】電極ランド13は、弾性表面波フィルタ素子3の入力端として用いられ、該電極ランド13が導電路18により第1の直列腕共振子8の一端に接続されている。導電路18は、電極ランド13と、直列腕共振子8の一端と、第1の並列腕共振子10の一端とを電気的に接続している。並列腕共振子10の導電路18が接続されている側とは反対側の端部は、導電路19を介して電極ランド14に接続されている。電極ランド14は、アース電位に接続される電極ランドである。

【0039】また、直列腕共振子8の導電路18が接続されている側とは反対側の端部は、導電路20に接続されている。導電路20は、第2の直列腕共振子9の一端及び第2の並列腕共振子11の一端にも接続されている。第2の並列腕共振子11の導電路20が接続されている側とは反対側の端部は、電極ランド15に接続されている。電極ランド15はアース電位に接続される電極ランドである。

【0040】第2の直列腕共振子9の他端には、導電路21が接続されており、導電路21は、電極ランド17

及び第3の並列腕共振子12の一端に接続されている。電極ランド17は、出力端子として用いられる。また、並列腕共振子12の導電路21に接続されている側とは反対側の端部は、導電路21を介して電極ランド16に接続されている。電極ランド16はアース電位に接続される電極ランドである。

【0041】従って、弾性表面波フィルタ素子3において、上記第1、第2の直列腕共振子8、9及び第1～第3の並列腕共振子10～12は、図4に示す梯子型回路を構成するように接続されている。なお、図4における

【0042】図3は、図1に示したパッケージ2におけるベース基板4の上面に形成されている電極構造を示す。ベース基板4の上面4a上において、破線Xで示す部分に弾性表面波フィルタ素子3が搭載される。この部分において、前述した弾性表面波フィルタ素子3が圧電基板7の上面7aが下方を向くようにしてバンブにより接合される。すなわち、図2に示した弾性表面波フィルタ素子3が圧電基板7の上面7aが下面を向くようにして、図3に示すベース基板4の上面4a上に重ねられ、

【0043】なお、ベース基板4の上面4a上には、電極ペーストを印刷・焼成して、図示の電極が形成されている。すなわち、この複数の電極パッド23～27がダイアタッチ部を構成している。電極パッド23～27が互いに分離して形成されている。このうち、電極パッド23は、バンブ28により、図2に示した電極ランド13に電氣的に接続されるとともに、機械的に接合される。同様に、電極パッド24～26は、それぞれ、図2に示した電極ランド14～16に、バンブ29、30、31、32により接続される。さらに電極パッド27は、バンブ33を介して、図2に示した電極ランド17に電氣的に接続される。

【0044】上記電極パッド23～27のうち、電極パッド23、27が、外部の信号ラインに接続される電極パッドであり、電極パッド24～26は外部のアースラインに接続される電極パッドである。

【0045】また、ベース基板4の上面には、外部電極41～44が形成されている。外部電極41～44は、ベース基板4の上面4aだけでなく、図1では図示されていない部分において、ベース基板4の側面及び下面に至るように形成されている。すなわち、外部電極41～44は、図1に示した弾性表面波装置1を外部と電氣的に接続するための電極として機能する。

【0046】外部電極44は、マイクロストリップライン45を介して電極パッド23に接続されている。同様に、外部電極41は、マイクロストリップライン46を介して電極パッド27に接続されている。また、外部電極42は、マイクロストリップライン47を介して電極

パッド24に接続されており、外部電極43はマイクロストリップライン48、49を介して、電極パッド25、26の双方に電氣的に接続されている。

【0047】従って、外部電極42、43は、外部のアースラインに接続される外部電極であり、外部電極41、44が信号ラインに接続される外部電極である。上記マイクロストリップライン45～49は、ベース基板4と側壁との間に存在している。

【0048】本実施例では、上記マイクロストリップライン45～49によりインダクタンス分が得られる。すなわち、マイクロストリップライン45により、図4に示すインダクタンスL1が、マイクロストリップライン46にインダクタンスL2がマイクロストリップライン47～49により、インダクタンスL3～L5が構成されている。

【0049】言い換えれば、梯子型回路構成を有する各並列腕共振子とアースラインに接続される外部電極との間に、インダクタンス成分として働くマイクロストリップライン47～49が接続されている。同様に、直列腕共振子と、外部の信号ラインに接続される外部電極41、44との間にも、それぞれ、マイクロストリップラインのインダクタンス成分45、46が接続されている。

【0050】本実施例では、2個の直列腕共振子8、9及び3個の並列腕共振子10～12からなる梯子型のフィルタ回路が実現されている弾性表面波装置において、並列腕共振子10～12に、それぞれ、独立に、上記マイクロストリップライン47～49によりインダクタンス成分が挿入されている。従って、広帯域化を図ることができる。これをより具体的な実験例に基づき説明する。

【0051】図6の実線は、本実施例の弾性表面波装置の減衰量－周波数特性を示し、破線は比較のために用意した従来の弾性表面波装置の減衰量－周波数特性を示す。なお、図6において破線で示した従来例の弾性表面波装置は、パッケージのベース基板の上面の電極構造を図5に示したように形成したことを除いては、上記実施例と同様とした。すなわち、図5に示すベース基板104の上面104a上には、電極パッド105～107が形成されている。また、四隅には、外部電極111～114が形成されている。外部電極111～114は、ベース基板104の上面から側面を経て、下面にも至るように形成されており、外部と電氣的に接続する部分に相当する。外部電極112、113は、幅の太い導電路108、109により電極パッド105、106にそれぞれ電氣的に接続されている。また、面積の大きな電極パッド107が、外部電極111、114に直接接続される。電極パッド107は、弾性表面波フィルタ素子3のアースラインに接続される電極ランド14～16にバン

ブにより接合され、電極パッド105、106は、それぞれ、信号端子に接続される電極ランド13、17に接続される部分である。

【0052】従って、比較のために用意した従来の弾性表面波装置では、並列腕共振子10～12とアースラインに接続される外部電極111、114との間に、マイクロストリップラインが独立に形成されておらず、マイクロストリップラインによるインダクタンス分は挿入されていない。

【0053】同様に、直列腕共振子8、9と外部電極112、113との間にも、パッケージ側において、マイクロストリップラインは接続されておらず、従ってマイクロストリップラインによるインダクタンス成分は挿入されていない。

【0054】なお、上記実施例及び従来例において用いた弾性表面波フィルタ素子3の仕様は以下の通りである。直列腕共振子8、9…電極指交差幅=17 μ m、IDTにおける電極指の対数=100、反射器の電極指の本数=100、電極指ピッチ0.99 μ m（弾性表面波の波長 λ =1.99 μ m）。

【0055】第1、第3の並列腕共振子10、12…電極指交差幅=50 μ m、IDTの電極指の対数=40対、反射器の電極指の本数=100、電極指ピッチ1.04 μ m（弾性表面波の波長 λ =2.07 μ m）。

【0056】第2の並列腕共振子11…電極指交差幅=52 μ m、IDTの電極指の対数=90対、反射器の電極指の本数=100本、電極指ピッチ=1.04 μ m（弾性表面波の波長 λ =2.08 μ m）。

【0057】また、実施例において、ベース基板4上に形成されているマイクロストリップライン45～49によるインダクタンス成分は以下の通りである。

マイクロストリップライン45、46…0.8nH

マイクロストリップライン47、49…0.8nH

マイクロストリップライン48…0.5nH

図6から明らかなように、減衰量が4dBである通過帯域の幅は、従来例では78MHzであるのに対し、本実施例では86MHzと広げられていることがわかる。また、通過帯域近傍における減衰極は従来例と実施例とではほぼ同じ周波数に位置するが、これは、ダイアタッチ部のアース電位に接続される電極パッドがそれぞれ分離されているので、共通インダクタンス成分が存在しないためと考えられる。すなわち、第1～第3の並列腕共振子10～12に独立にインダクタンス成分が、上記マイクロストリップライン47～49により付加されていることによる。

【0058】さらに、上記インダクタンス成分を付加するためのマイクロストリップライン45～49が、ベース基板と側壁との間に存在しているので、マイクロストリップライン45～49と弾性表面波フィルタ素子3との電磁界的な結合があまり生じず、従って良好なフィル

タ特性の得られることがわかる。さらに、上記マイクロストリップライン45～49は、ダイアタッチ部には存在していないので、バンプの位置や個数に制限を与えることがない。従って、弾性表面波フィルタ素子3をベース基板4に十分な接合強度で接合することができる。

【0059】また、マイクロストリップラインを形成する基板の誘電率、マイクロストリップラインとグラウンドの間隔などを変化させることにより、マイクロストリップラインの単位長あたりのインダクタンス成分を設計することができる。従って、弾性表面波フィルタの特性を改善するために必要なインダクタンス成分を、マイクロストリップラインのインダクタンス成分で設計して弾性表面波フィルタに挿入することができる。さらに、マイクロストリップラインは外界の影響に強いので、マイクロストリップラインのインダクタンス成分が、弾性表面波フィルタ素子をフェースダウン工法によってベース基板に取り付けられても変化することがほとんどないので、所望のインダクタンス成分を設計どおり弾性表面波フィルタに挿入することができる。

【0060】（第2の実施例）図7は、本発明の第2の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図である。

【0061】本実施例においても、第1の実施例と同様の弾性表面波フィルタ素子3が用いられている。従って、図7に示すように、2個の直列腕共振子8、9と、3個の並列腕共振子10～12とが梯子型回路構成を有するように接続されている。

【0062】もっとも、図7から明らかなように、本実施例では、3個の並列腕共振子10～12のアース電位に接続される端部が共通接続されており、共通接続されている部分と外部のアースラインに接続される外部電極との間に、インダクタンスL6、L7が接続されている。なお、3個の並列腕共振子10～12のアース電位に接続される端部、すなわちアース端子は、圧電性基板上で共通接続されていてもよい。

【0063】上記インダクタンスL6、L7は、パッケージ内で形成されたマイクロストリップラインにより構成されている。

【0064】図8は、第2の実施例で用いられるパッケージのベース基板54の上面の電極構造を示す模式的平面図である。

【0065】第2の実施例は、ベース基板54の上面の電極構造が異なることを除いては、第1の実施例と同様に構成されている。従って、弾性表面波フィルタ素子3の構造及びパッケージ2の他の構造については第1の実施例の説明を援用することとする。

【0066】本実施例においても、ベース基板54の上面の破線Xで囲まれている領域に、弾性表面波フィルタ素子3が圧電基板4の上面4a（図2参照）が下面を向くようにしてフェイスダウン工法でバンプにより接合さ

れる。

【0067】ベース基板54の上面54a上には、電極パッド55～57からなるダイアタッチ部が構成されている。電極パッド55、56は、それぞれ、図2に示した電極ランド13、17にパンプ55a、56aによりそれぞれ接合されている。また、電極パッド57は、図2に示したアース電位に接続される電極ランド14、15、16とパンプ57a～57dにより接合される。

【0068】外部電極61～64が第1の実施例と同様にベース基板54のコーナー部分に設けられており、外部電極61～64は、ベース基板14の上面54a上だけでなく、側面を経て下面にも至るように形成されている。上記電極パッド55、56が、それぞれ、マイクロストリップライン65、66を介して外部電極64、61に接続されている。また、電極パッド57は、マイクロストリップライン67、68を介して外部電極62、63に接続されている。

【0069】すなわち、パッケージ2のダイアタッチ部の電極パッド57により3個の並列腕共振子のアース電位に接続される端子が共通接続されており、かつ電極パッド57が、それぞれ、マイクロストリップライン67、68を介して異なる外部電極62、63に接続されている。

【0070】また、圧電基板4上の入出力信号端子となる電極ランド13、17とアース端子となる電極ランド14～16とは、パッケージの外部の信号ラインに接続される外部電極61、64及びアースラインに接続される外部電極62、63に対して、圧電基板4の中央を通る垂線の周りに90度回転するように位置されている。

【0071】その他の構成については、第1の実施例と同様である。

【0072】第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置の減衰量周波数特性を図9に実線で示す。比較のために、第1の実施例の比較例として用意した従来例の弾性表面波フィルタ装置の減衰量周波数特性を破線で示す。

【0073】なお、実施例において、上記マイクロストリップライン65、66により付加されるインダクタンス成分は、それぞれ、0.8nHであり、マイクロストリップライン67、68により付加されるインダクタンス成分は、それぞれ、0.3nH程度である。

【0074】なお、外部のアースラインに接続される外部電極62、63に接続されるマイクロストリップライン67、68は、外部のアースラインに対して並列に接続されるため、実際には、0.1nH程度の共通インダクタンス成分が挿入されることになる。

【0075】図9から明らかなように、本実施例では、パッケージ2内に上記マイクロストリップライン65～68によりインダクタンス成分が付加されているので、通過帯域近傍の減衰量が高められる。また、4dBの減衰量の通過帯域幅は、従来例では78MHzに対し、本

実施例では、80MHzであり、広帯域化も同時に図られている。

【0076】また、本実施例においても、インダクタンスを付加するためのマイクロストリップラインが、ベース基板4と環状の側壁5との間に存在しているので、弾性表面波フィルタ素子との電磁界的な結合が少なく、従って良好なフィルタ特性を得ることができる。また、第1の実施例と同様に本実施例においても、ダイアタッチ部にマイクロストリップラインが存在しないので、パンプの位置や個数の制限がない。従って、弾性表面波フィルタ素子3をベース基板4に強固に接合することができる。

【0077】(第3の実施例)図10は、第3の実施例に係る弾性表面波装置の回路構成を示す図である。第3の実施例においても、弾性表面波フィルタ素子3は、第1の実施例と同様に構成されており、2個の直列腕共振子8、9と、3個の並列腕共振子10～12とが梯子型回路構成を実現するように接続されている。

【0078】本実施例においても、パッケージ2の側壁及びキャップ材は第1の実施例と同様に構成されている。異なるところは、図11に示すように、ベース基板74上に設けられた電極構造にある。従って、ベース基板74上の電極構造以外の構成については、第1の実施例の説明を援用することにより省略する。

【0079】ベース基板74の上面74a上には、複数の電極パッド75、76、77、78が形成されており、該複数の電極パッド75～78によりダイアタッチ部が構成されている。電極パッド75～78の内部に円で示されている部分は、それぞれ、弾性表面波フィルタ素子3をフェイスダウン工法で接合する際のパンプの位置を示す。

【0080】ベース基板74のコーナー部分には、第1の実施例と同様にして、外部電極81～84が形成されている。外部電極が81、84は、信号ラインに接続される外部電極であり、電極パッド75、76に対してマイクロストリップライン85、86を介して接続されている。また、電極パッド77、78は、アースラインに接続される外部電極82、83にマイクロストリップライン87、88を介して接続されている。

【0081】また、電極パッド75は、パンプ75aにより図2に示した電極ランド13に接続され、電極パッド76はパンプ76aにより図2に示した電極ランド17に接続される。電極パッド77は、パンプ77a、77bにより電極ランド14(図2)に接続され、電極パッド78は、パンプ78a、78bにより電極ランド15、16(図2参照)に接続されている。なお、少なくとも2個の並列腕共振子のアース端子が1つの電極ランドに接続されていてもよい。すなわち、アース電位に接続される電極ランド、例えば電極ランド15、16が共通とされていてもよい。

【0082】従って、図10に示すように、第1の並列腕共振子10と第2、第3の並列腕共振子11、12とがダイアタッチ部において分離されている。そして、第1の並列腕共振子10と外部のアースラインに接続される外部電極82との間にマイクロストリップライン87によるインダクタンスL7が、第2、第3の並列腕共振子11、12とアースラインに接続される外部電極83との間にマイクロストリップライン88によるインダクタンスL8が構成されている。

【0083】第3の実施例の弾性表面波フィルタの減衰量周波数特性を図12に実線で示す。また、比較のために、第1の実施例で比較のために用意した従来例の弾性表面波装置の減衰量周波数特性を図12に破線で示す。

【0084】なお、この場合、マイクロストリップライン85、86によるインダクタンス分は、それぞれ、0.8nHとし、マイクロストリップライン87、88によるインダクタンス分は、0.3nHとした。その他の構成については、第1の実施例と同様である。

【0085】図12から明らかなように、本実施例においても、パッケージ2内に、マイクロストリップライン85～88によるインダクタンス分が構成されており、従って、通過帯域近傍の減衰量と従来例に比べて大幅に拡大し得ることがわかる。また、減衰量4dBの通過帯域幅は、従来例では78MHzであるのに対し、本実施例では85MHzであり、広帯域化も同時に図られていることがわかる。

【0086】さらに、第2の実施例の周波数特性(図9)と比較すると、本実施例では、通過帯域近傍の減衰極frの周波数が高められており、従って、通過帯域のより近い周波数域における減衰量の拡大が求められる場合、第3の実施例の弾性表面波装置は、第2の実施例の弾性表面波装置に比べて有効である。

【0087】(第4の実施例)図13は、本発明の第4の実施例に係る弾性表面波装置の回路構成を示す図である。本実施例においても、第1の実施例と同じ弾性表面波フィルタ素子3が用いられ、第1、第2の直列腕共振子8、9と、第1～第3の並列腕共振子10～12とが梯子型回路構成を有するように接続されている。

【0088】図14に断面図で示すようにパッケージ2は、第1のケース材としてのベース基板94を有する。また、側壁95及びキャップ96からなる第2のケース材が、第1の実施例と同様に構成されている。

【0089】本実施例では、ベース基板94が積層セラミック基板により構成されており、ベース基板94内に、インダクタンスを付加するための後述のマイクロストリップラインが形成されている。

【0090】図15は、ベース基板94の平面図であり、図16は、マイクロストリップラインが形成されている中間高さ位置における模式的平面断面図である。図15に示すように、ベース基板94の上面には、図8に

示した第2の実施例のベース基板と同様に、電極パッド55～57が形成されている。もっとも、本実施例では、ベース基板94の上面には、外部電極は形成されていない。また、ベース基板94内には、上端が電極パッド55～57に接合されるようにスルーホール電極95a～95dが形成されている。スルーホール電極95a～95dの下端は、図16に示すマイクロストリップライン97a～97dの一端に接続されている。マイクロストリップライン97a～97dの他端は、外部電極98a～98dに接続されている。外部電極98a～98dは、ベース基板94の中間高さ位置において、コーナー部分からベース基板94の側面に至るように形成されている(図14参照)。

【0091】すなわち、本実施例では、第1のケース材としてのベース基板94内にマイクロストリップライン97a～97dが埋設されており、該マイクロストリップライン97a～97dにより、図13に示すように、第1～第3の並列腕共振子を共通接続した部分と外部のアースラインに接続される外部電極との間のインダクタンスL9、L10と、直列腕共振子8、9と外部の信号ラインに接続される外部電極との間のインダクタンス分L1、L2とを構成している。

【0092】このように、本発明におけるインダクタンスを付加するためのマイクロストリップラインは、パッケージ内であれば、任意の位置に構成することができる。

【0093】図17の実線は、第4の実施例に係る弾性表面波装置の減衰量周波数特性を示し、破線は第1の実施例の比較のために用意した従来例の弾性表面波装置の減衰量周波数特性を示す。なお、第4の実施例の弾性表面波装置を構成するに際しては、直列腕共振子に付加されるマイクロストリップラインによるインダクタンス分は1.0nHとし、並列腕共振子とアースラインに接続されるインダクタンス分L7、L8は、それぞれ、1.0nHとした。

【0094】図17から明らかなように、本実施例においても、パッケージ2内にインダクタンス分を付加するためのマイクロストリップラインを形成することにより、通過帯域近傍の減衰量が高められる。特に、低周波側における減衰量の改善が著しい。これは、並列に接続されたインダクタンスL8、L9が大きいため、減衰極frの周波数が低くなったためである。

【0095】第4の実施例では、マイクロストリップラインがベース基板内に埋設されているので、すなわち内部電極の形態で構成されているので、マイクロストリップラインの長さを長くすることができ、より大きなインダクタンスを得ることができる。また、さらに大きなインダクタンスを得るには、複数の層に渡りマイクロストリップラインを形成し、スルーホール電極やビアホール電極により複数のマイクロストリップラインを相互に電

10

20

30

40

50



氣的に接続することにより、マイクロストリップラインの長さを大きくすればよい。

【0096】

【発明の効果】本発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、梯子型回路を構成している直列腕共振子及び並列腕共振子の少なくとも一方にマイクロストリップラインによるインダクタンス成分が接続されており、かつ該マイクロストリップラインがパッケージ内に設けられているので、通過帯域近傍の減衰量が拡大され、かつ広帯域のフィルタ特性を得ることができる。

【0097】また、マイクロストリップラインを形成する基板の誘電率、マイクロストリップラインの線幅及びマイクロストリップラインとグランドとの間隔などを変化させることにより、マイクロストリップラインの単位長あたりのインダクタンス成分を設計することができる。従って、弾性表面波フィルタの特性を改善するために必要なインダクタンス成分を、マイクロストリップラインのインダクタンス成分で設計して弾性表面波フィルタに挿入することができる。さらに、マイクロストリップラインは外界の影響に強いので、マイクロストリップラインのインダクタンス成分が、弾性表面波フィルタ素子をフェースダウン工法によってベース基板に取り付けられても変化することがほとんどないので、所望のインダクタンス成分を設計どおり弾性表面波フィルタに挿入することができる。

【0098】また、パッケージが、弾性表面波フィルタ素子のいずれかの信号端子及びベース端子にバンブにより接続される複数の電極パッドを有するダイアタッチ部と、いずれかの電極パッドと電氣的に接続されておりかつ弾性表面波フィルタ装置外の信号ラインまたはアースラインに接続される複数の外部電極とを備える場合には、上記複数の電極パッドに、弾性表面波フィルタ素子を複数のバンブによりフェースダウン工法で接続及び機械的接合が果たされる。従って、本発明に従って、通過帯域外の減衰量が大きく、広帯域のフィルタ装置を容易に構成することができる。

【0099】マイクロストリップラインが、直列腕共振子の信号端子に接続されている電極パッドと、弾性表面波フィルタ装置外の信号ラインに接続される外部電極との間に接続されている場合には、直列腕共振子と信号ラインとの間に接続されているので、反射損を低減し広帯域化を図ることができる。

【0100】また、上記マイクロストリップラインが、少なくとも1つの並列腕共振子のアース端子にバンブにより接続されている電極パッドと、パッケージ外のアースラインに接続される外部電極との間に設けられている場合には、通過帯域近傍の減衰量の拡大及び広帯域のフィルタ特性を得ることができる。

【0101】少なくとも2個の並列腕共振子を有し、全ての並列腕共振子のアース端子が圧電性基板上で共通接

続されており、並列腕共振子のアース端子が共通接続されている部分とパッケージに設けられた外部電極との間に上記マイクロストリップラインが接続されている場合には、より低い周波数域において減衰量を拡大することができる。

【0102】同様に、全ての並列腕共振子のアース端子に接続されるパッケージ側の電極パッドが共通とされており、共通とされている電極パッドと、外部電極との間の経路にマイクロストリップラインが設けられている場合においても、より低い周波数域で減衰量を拡大することができる。さらに、パッケージ側で共通とすることでチップの配線が容易となる。

【0103】少なくとも3個以上の並列腕共振子を備え、少なくとも2個の並列腕共振子のアース端子が接続される電極ランドと、該電極ランドが接続される外部電極との間の経路にマイクロストリップラインが設けられており、少なくとも2個の並列腕共振子以外の並列腕共振子が、上記少なくとも2個の並列腕共振子と圧電性基板上において電氣的に分離されている場合には、より一層広帯域かつ通過帯域近傍の減衰量が拡大されたフィルタ特性を得ることができる。

【0104】少なくとも3個の並列腕共振子を備え、該並列腕共振子のうち少なくとも2個の並列腕共振子のアース端子に接続される共通電極パッドを有し、上記マイクロストリップラインが共通電極パッドと、共通電極パッドが接続される外部電極との間の経路に設けられており、それ以外の並列腕共振子が、複数の電極パッドを含むダイアタッチ部において、上記少なくとも2個の並列腕共振子と電氣的に分離されている場合には、より一層通過帯域近傍における減衰量が拡大され、かつ広帯域のフィルタ特性を得ることができる。

【0105】マイクロストリップラインがパッケージ内において、ダイアタッチ部以外に配置されている場合には、表面波フィルタ素子との電磁界的な干渉を防ぎ、フィルタ特性の劣化を招くことがない。

【0106】パッケージが、ベース基板と、ベース基板上に設けられた環状の側壁と、該環状の側壁の上端を閉成するように取り付けられたキャップ材とを備え、マイクロストリップラインの主要部が、側壁とベース基板との間に配置されている場合には、余分なスペースが要らないために、パッケージのサイズを変えることなくフィルタ特性を改善することができる。

【0107】パッケージが、弾性表面波フィルタ素子が搭載される第1のケース材と、第1のケース材に搭載されている弾性表面波フィルタ素子を囲繞する第2のケース材とを備え、第1のケース材の内部にマイクロストリップラインの主要部が設けられている場合には、大きなインダクタンス成分を入れることが可能となり、フィルタ特性の大幅な改善を行うことができる。

【0108】弾性表面波フィルタ素子の入出力端の信号

10

20

30

40

50

端子と少なくとも1つのアース端子とが、複数の外部電極のうち入出力端に信号ラインに接続される外部電極と少なくとも1つのアース電位に接続される外部電極に対し、弾性表面波フィルタ素子の圧電性基板の中心を通り、該圧電性基板に直交する仮想線の周りに90度回転させたように配置されている場合には、側壁とベース基板の間にマイクロストリップラインを構成する際に、無理な曲げ部を作らずとも大きなインダクタンス成分を入れることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の略図の断面図。

【図2】本発明の第1の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置に用いられる弾性表面波フィルタ素子の電極構造を示す平面図。

【図3】本発明の第1の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置のパッケージのベース基板上面の複数の電極パッドを含むダイアタッチ部を説明するための模式的平面図。

【図4】第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図。

【図5】比較のために用意した従来の弾性表面波装置のパッケージのベース基板上面の電極パターンを示す図。

【図6】第1の実施例及び従来例の弾性表面波装置の減衰量-周波数特性を示す図。

【図7】本発明の第2の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図。

【図8】第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置で用いられるパッケージのベース基板上面の電極構造を示す平面図。

【図9】第2の実施例及び従来例の弾性表面波フィルタ装置の減衰量-周波数特性を示す図。

【図10】本発明の第3の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図。

【図11】第3の実施例の弾性表面波フィルタ装置のパッケージのベース基板上面の電極構造を示す平面図。

【図12】第3の実施例及び従来例の弾性表面波フィルタ装置の減衰量-周波数特性を示す図。

【図13】本発明の第4の実施例の弾性表面波フィルタ装置の回路構成を示す図。

【図14】第4の実施例の弾性表面波フィルタ装置の断面図。

【図15】第4の実施例の弾性表面波フィルタ装置におけるパッケージのベース基板上面の電極構造を示す平面図。

【図16】第4の実施例の弾性表面波フィルタ装置に用いられるパッケージのベース基板内の電極構造を示す模式的平面断面図。

【図17】第4の実施例及び従来例の弾性表面波フィルタ装置の減衰量-周波数特性を示す図。

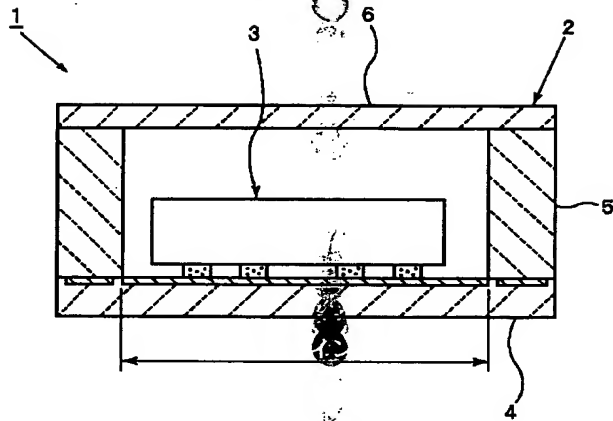
【図18】従来の梯子型回路構成を有する弾性表面波フィルタ装置の一例を示す回路図。

【図19】従来の弾性表面波フィルタ装置の他の例を説明するための断面図。

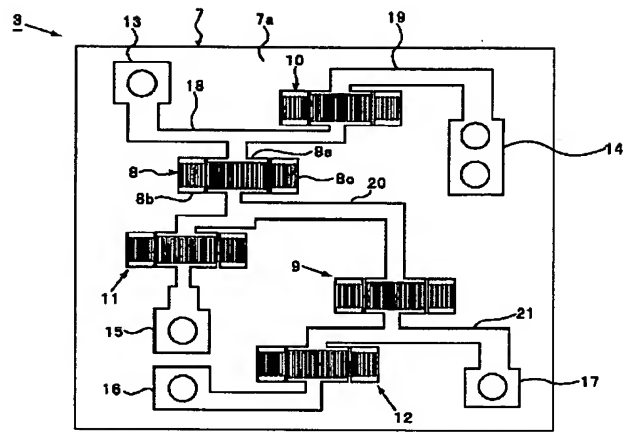
【符号の説明】

- 1…弾性表面波フィルタ装置
- 2…パッケージ
- 3…弾性表面波フィルタ素子
- 4…ベース基板
- 5…側壁
- 6…キャップ
- 7…圧電基板
- 8, 9…直列腕共振子
- 10~12…並列腕共振子
- 13~16…電極ランド
- L1~L5…インダクタンス
- L6, L7…インダクタンス
- 54…ベース基板
- 55~57…電極パッド
- 55a, 56a, 57a, 57b, 57c, 57d…バンブ
- 61~64…外部電極
- 65~68…マイクロストリップライン
- L7, L8…インダクタンス
- 74…ベース基板
- 75~78…電極パッド
- 75a, 76a, 77a, 77b, 78a, 78b…電極パッド
- 81~84…外部電極
- 85~88…マイクロストリップライン
- L9, L10…インダクタンス
- 94…ベース基板
- 95a~95d…スルーホール電極
- 97a~97d…マイクロストリップライン
- 98a~98d…外部電極

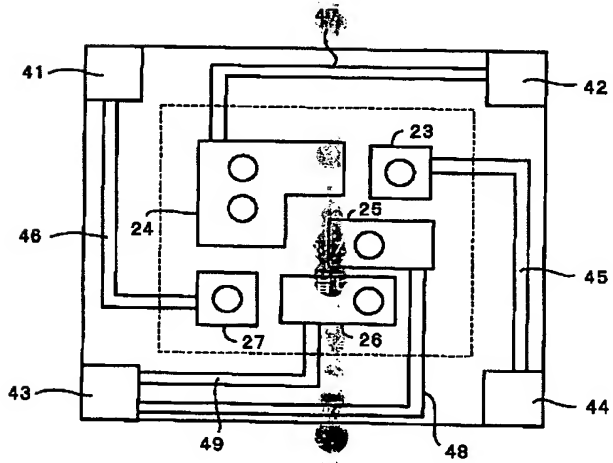
【図1】



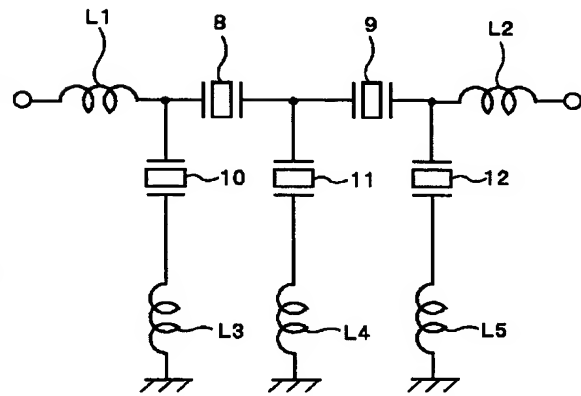
【図2】



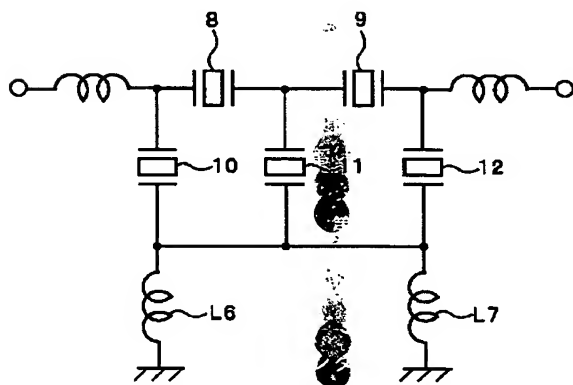
【図3】



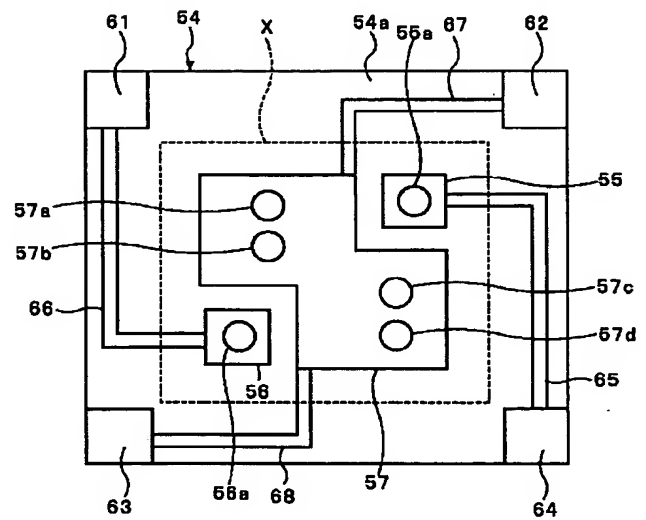
【図4】



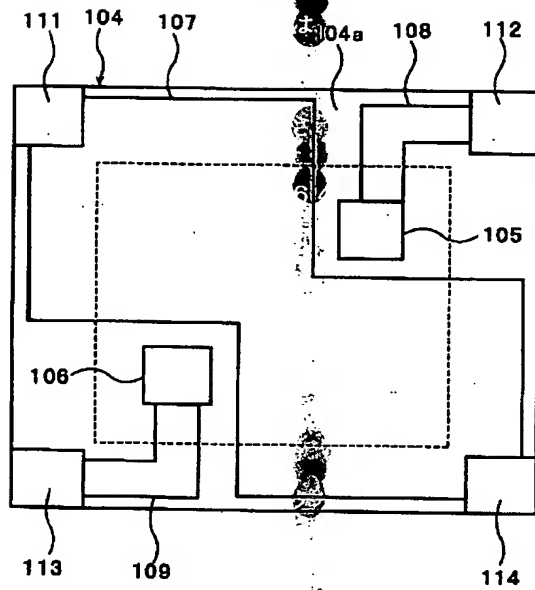
【図7】



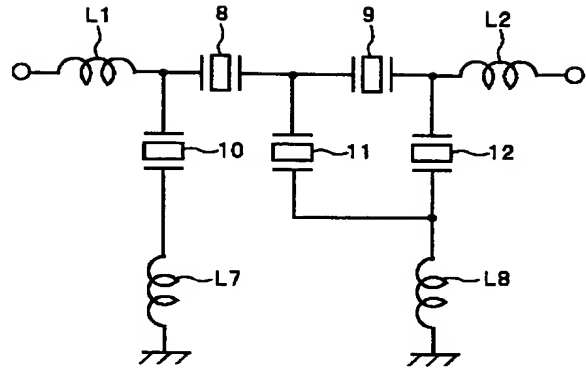
【図8】



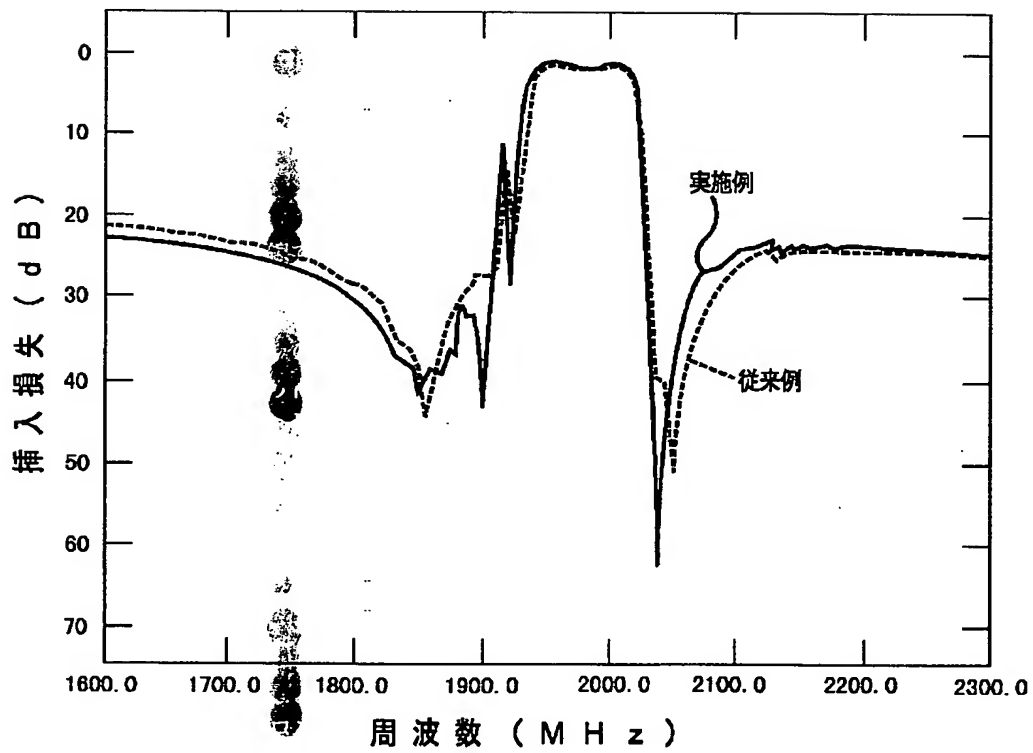
【図5】



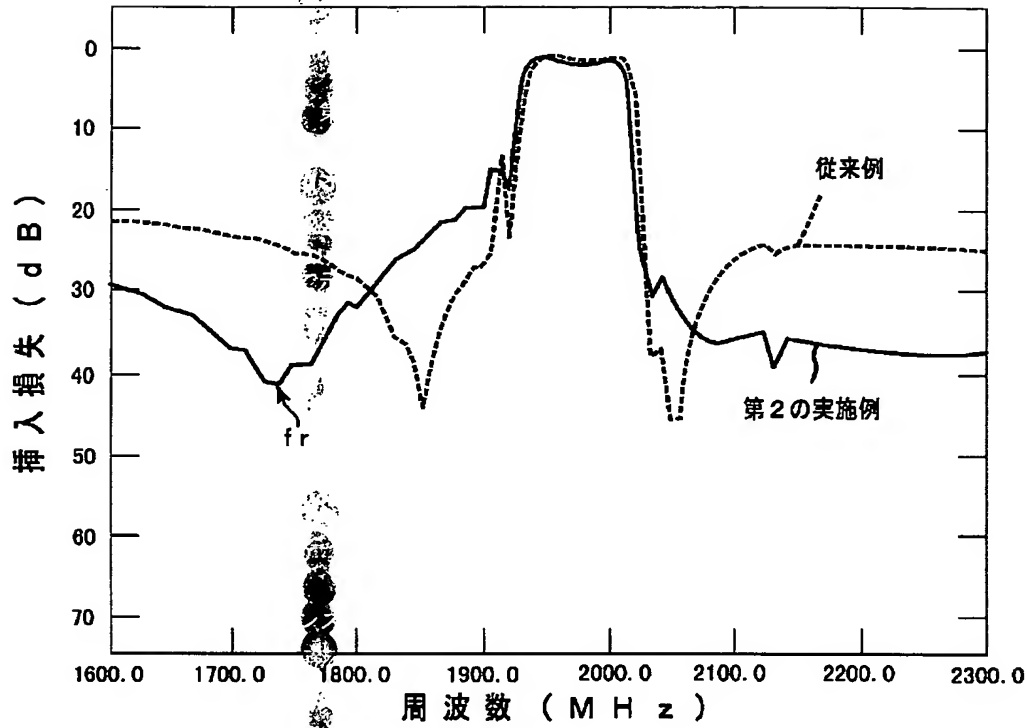
【図10】



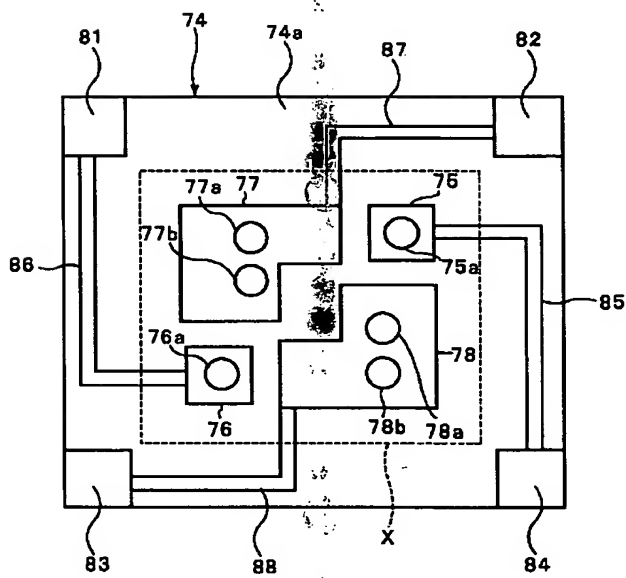
【図6】



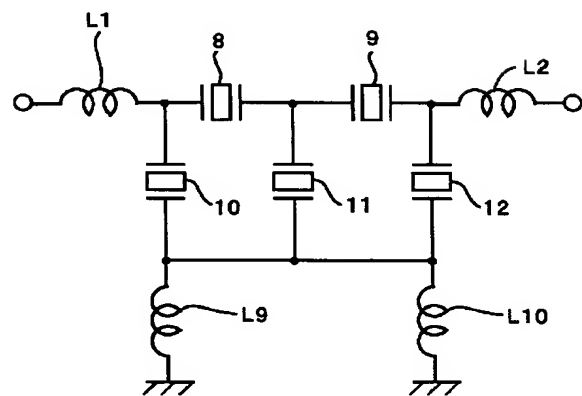
【図9】



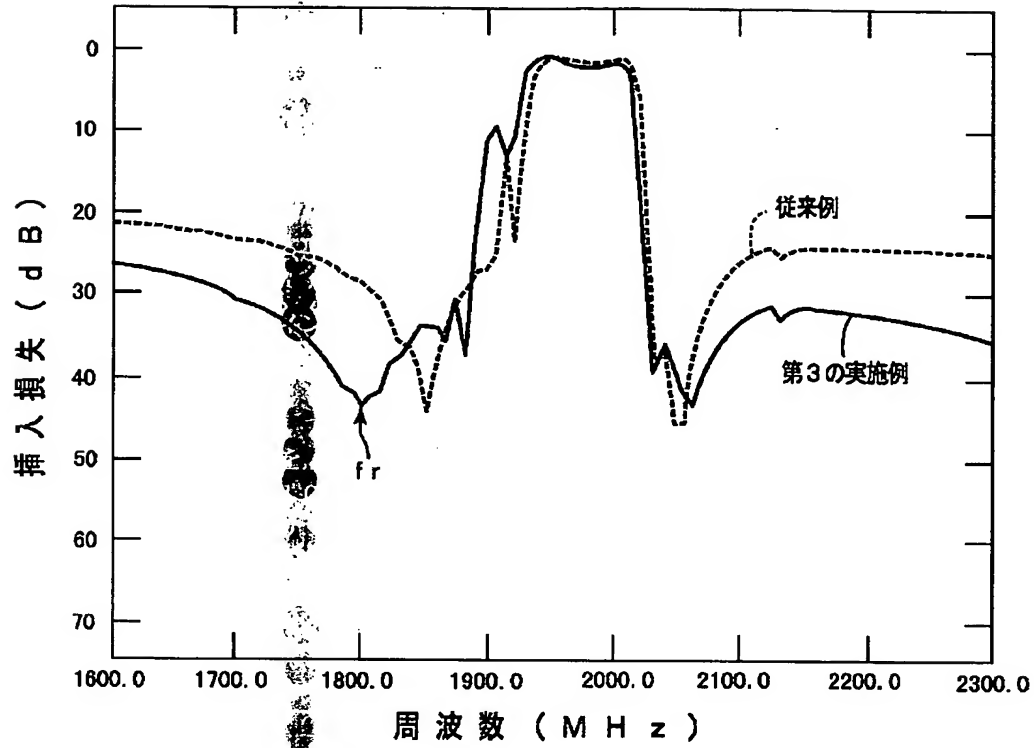
【図11】



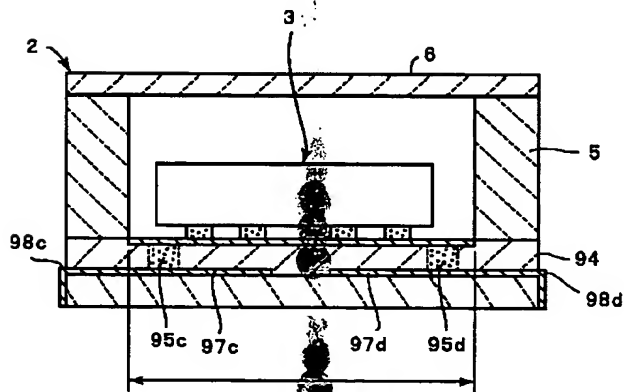
【図13】



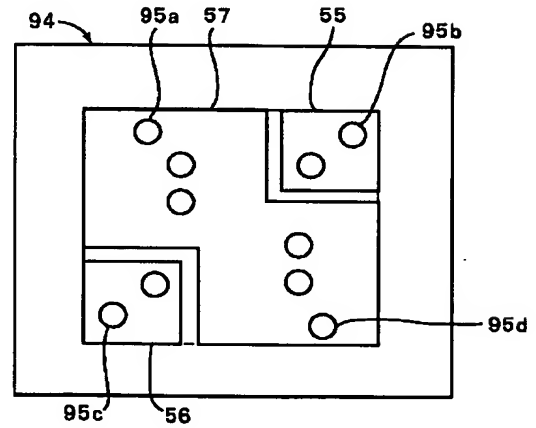
【図12】



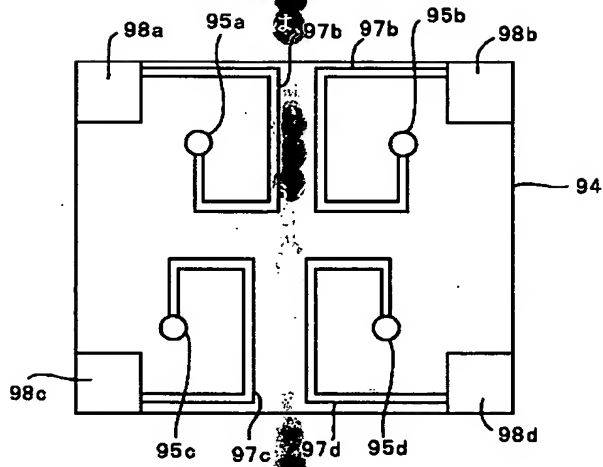
【図14】



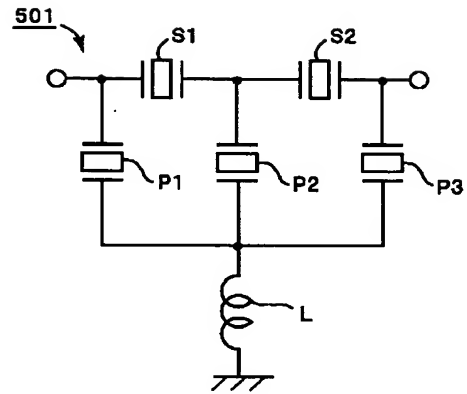
【図15】



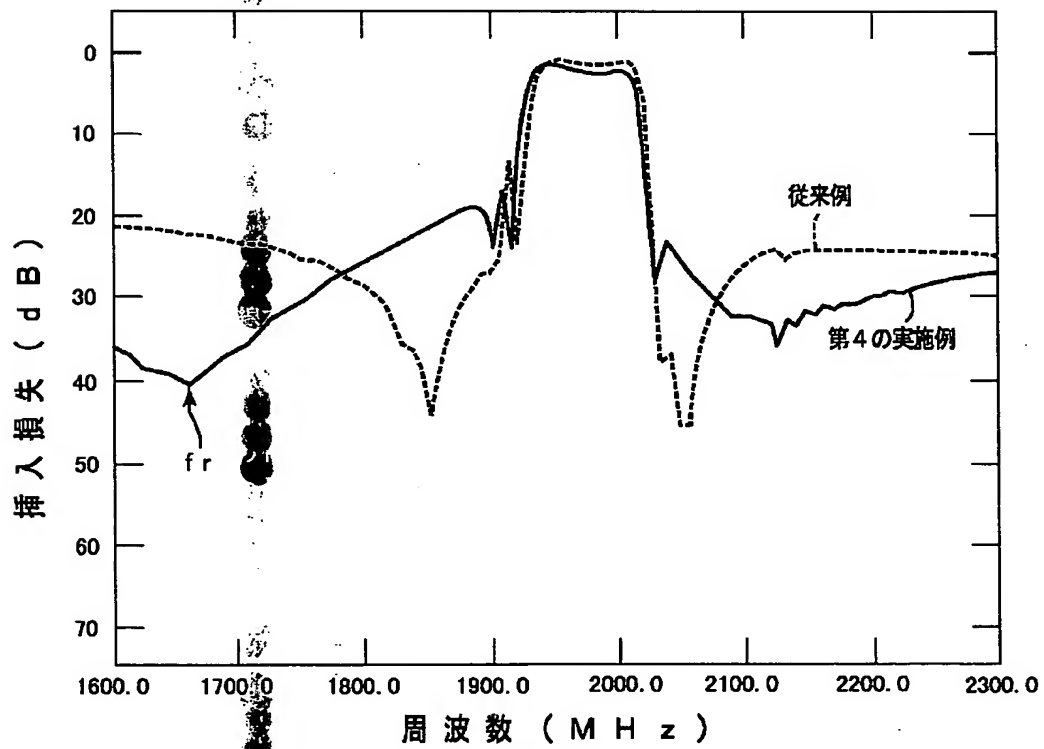
【図16】



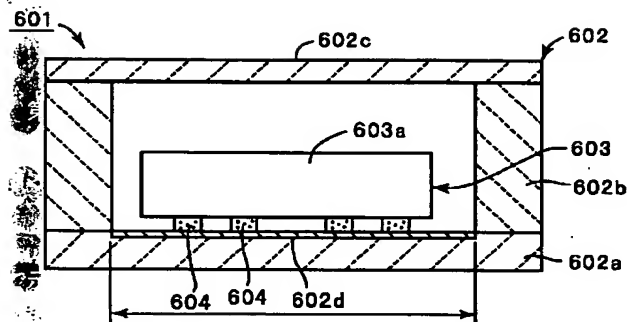
【図18】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 武田 光雄
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

F ターム(参考) 5J097 AA16 AA17 AA19 AA34 BB02
BB17 CC05 DD13 DD16 HA02
HA04 JJ01 JJ08 KK04 KK10
LL01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.